

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-100098

(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.Cl.

G11B 21/10  
G11B 5/596

(21)Application number : 10-262998

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 17.09.1998

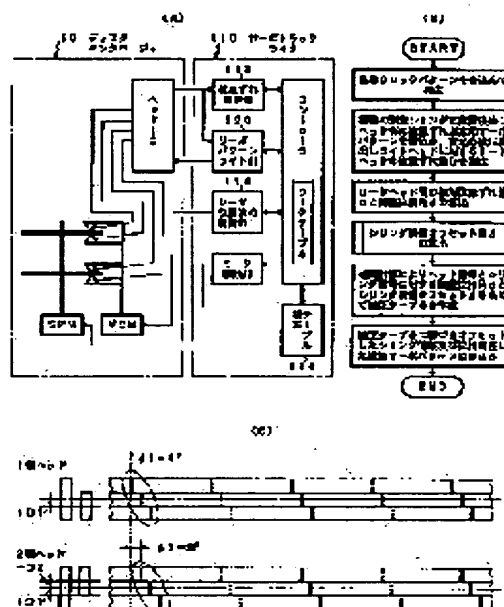
(72)Inventor : SASAMOTO TATSURO  
HIRANO MASAKAZU

## (54) SERVO INFORMATION WRITING METHOD AND STORAGE DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate the necessities of position signal correction at the time of head switching and an offset operation at the time of servo pattern writing even when physical positional shifting occurs between reading heads.

**SOLUTION:** In a magnetic disk device having a head disposed to have writing and reading heads integrally corresponding to the respective data surfaces of a plurality of media, servo information containing a phase servo pattern is discretely written in the data surfaces of the plurality media in a track direction. Thus, first, for each head and for each cylinder position surface of the medium surface, the positional shifting of the reading head from the writing head is measured. Then, based on the measured positional shifting amount, to eliminate relative positional shifting amounts between the reading heads for each head and for each cylinder position of the medium surface, writing is performed by adjusting the phase of the phase servo pattern.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-100098

(P2000-100098A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 21/10  
5/596

識別記号

F I

G 1 1 B 21/10  
5/596

テマコード\* (参考)

W 5 D 0 4 2  
5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平10-262998

(22) 出願日 平成10年9月17日 (1998.9.17)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 笹本 達郎

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 平野 雅一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100079359

弁理士 竹内 進 (外1名)

Fターム(参考) 5D042 LA01 MA12

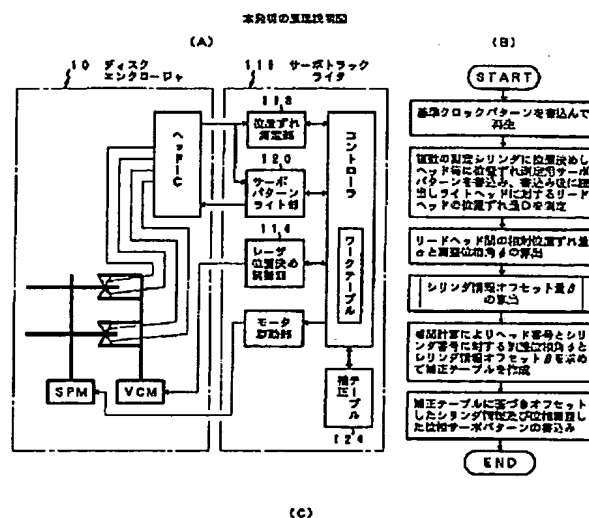
5D096 WW02 WW04 WW06

(54) 【発明の名称】 サーボ情報書込方法及び記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 リードヘッド間に物理的な位置ずれがあってもヘッド切替時に位置信号の補正やサーボパターン書込時のオフセット動作を不要とする。

【解決手段】 複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッド20を配置した磁気ディスク装置につき、複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報をトラック方向で離散的に書き込む。このため、まず、ヘッド毎及び媒体面のシリンダ位置毎に、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量を測定する。次に測定した位置ずれ量に基づいて、ヘッド毎及び媒体面のシリンダ位置毎に、各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した磁気ディスク装置につき、前記複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報を書き込むサーボ情報書込方法に於いて、

前記ヘッド毎及び前記媒体面のシリンダ位置毎に、前記ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量  $D$  を測定する測定過程と、

前記測定ずれ量  $D$  に基づいて、前記ヘッド毎及び前記媒体面のシリンダ位置毎に、前記各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込む位置情報書込過程、とを備えたことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 2】請求項 1 記載のサーボ情報書込方法に於いて、前記位置情報書込過程は、特定のリードヘッドに対する他のリードヘッドの相対的な位置ずれ量  $\alpha$  をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込むことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 3】請求項 2 記載のサーボ情報書込方法に於いて、前記位置情報書込過程は、前記測定ずれ量  $D$  に基づいて各ヘッドのシリンダ位置毎に、特定のリードヘッドに対する他のリードヘッドの相対位置ずれ量  $\alpha$  を算出し、前記相対位置ずれ量  $\alpha$  を前記位相サーボパターンの位相角  $\phi$  に変換し、

前記特定リードヘッドの媒体面は、位相角  $\phi$  を零として各シリンダ位置毎に位相サーボパターンを書き込み、前記特定リードヘッド以外のリードヘッドの媒体面は、前記位相角  $\phi$  だけずらして位相サーボパターンを書き込むことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 4】請求項 1 記載のサーボ情報書込方法に於いて、前記位置情報書込過程は、前記各リードヘッドのライトヘッドに対する測定位置ずれ量  $D$  をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込むことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 5】請求項 4 記載のサーボ情報書込方法に於いて、前記位置情報書込過程は、前記各ヘッドのシリンダ位置毎に、測定した位置ずれ量  $D$  を前記位相サーボパターンの位相角  $\phi$  に変換し、前記各ヘッドのシリンダ位置毎に、前記位相角  $\phi$  だけずらして位相サーボパターンを書き込むことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 6】請求項 1 記載のサーボ情報書込方法に於いて、前記測定過程は、前記各媒体面のアウトからインへの複数箇所の測定シリンダで前記ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量  $D$  を測定し、前記位置情報書込過程は、非測定シリンダの位置ずれ量を前記測定シリンダの位置ずれ量から補間計算で求め、前記測定位置ずれ量及び補間位置ずれ量に基づいて前記

各リードヘッドの相対的な位置ずれ量をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込むことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 7】請求項 6 記載のサーボ情報書込方法に於いて、前記測定過程は、前記各測定シリンダ毎に、前記ライトヘッドによりトラックセンタの両側に単一のバーストパターンを位相をずらして交互に書き込み、前記リードヘッドによる前記一対のバーストパターンの読取信号が等しくなる位置へのヘッド移動量に基づいてライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量  $D$  を測定することを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 8】請求項 1 記載のサーボ情報書込方法に於いて、更に、前記位相サーボパターンと共に書き込むシリンダ情報を、前記各ヘッド毎及び各シリンダ位置毎のライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量に合せてオフセットして書き込むシリンダ情報書込過程を設けたことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項 9】請求項 1 記載のサーボパターン書込方法に於いて、前記シリンダ情報書込過程は、前記位相サーボパターンを  $N$  シリンダを 1 単位とし 1 シリンダにつき  $(1/n)$  トラックピッチ単位ずつずらして記録する場合、前記リードトラックセンタの位置ずれ量を前記  $(1/n)$  トラックピッチ単位のヘッド送り量に換算してオフセットシークすることを特徴とするサーボパターン書込方法。

【請求項 10】複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した複数のヘッドを任意のシリンダ位置に位置決めして記録再生すると共に、前記複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報を記録した記憶装置に於いて、

前記複数媒体の各データ面は、前記ヘッド毎及びシリンダ位置毎に、前記各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量をなくすように位相を調整した位相サーボパターンを予め記録したことを特徴とする記憶装置。

【請求項 11】請求項 10 記載の記憶装置に於いて、前記複数媒体の各データ面は、特定のリードヘッドに対する他のリードヘッドの相対的な位置ずれ量  $\alpha$  をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して記録したことを特徴とする記憶装置。

【請求項 12】請求項 11 記載の記憶装置に於いて、前記複数媒体の各データ面は、各ヘッドのシリンダ位置毎に、特定のリードヘッドに対する他のリードヘッドの相対的な位置ずれ量  $\alpha$  を前記位相サーボパターンの位相角  $\phi$  に変換し、前記特定リードヘッドの媒体面には位相角  $\phi$  を零として各シリンダ位置毎に位相サーボパターンを予め記録し、前記特定リードヘッド以外のリードヘッドの媒体面には前記位相角  $\phi$  だけずらして位相サーボパターンを予め記録したことを特徴とする記憶装置。

【請求項 13】請求項 10 記載の記憶装置に於いて、前

記複数媒体の各データ面は、前記各リードヘッドのライトヘッドに対する位置ずれ量Dをなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して予め記録したことを特徴とする記憶装置。

【請求項14】請求項13記載の記憶装置に於いて、前記複数媒体の各データ面は、前記各ヘッドのシリンダ位置毎に、前記位置ずれ量Dから変換した前記位相サーボパターンの位相角 $\phi$ だけずらして位相サーボパターンを予め記録したことを特徴とする記憶装置。

【請求項15】請求項10記載の記憶装置に於いて、前記複数媒体の各データ面は、更に、前記位相サーボパターンと共に書き込むシリンダ情報を、前記各ヘッド毎及び各シリンダ位置毎のライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量に合せてトラックセンタからオフセットして予め記録したことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項16】請求項15記載の記憶装置に於いて、前記複数媒体の各データ面は、前記位相サーボパターンをNシリンダを1単位とし1シリンダにつき $(1/n)$ トラックピッチ単位ずつずらして記録する場合、前記リードトラックセンタの位置ずれ量を前記 $(1/n)$ トラックピッチ単位のヘッド送り量に換算してオフセットシークした状態で前記シリンダ情報を予め記録したことを特徴とする記憶装置。

【請求項17】複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した磁気ディスク装置につき、前記複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報を書き込むサーボ情報書込方法に於いて、前記媒体面に対応したヘッド数をM個とした場合、前記各媒体面の同一シリンダ位置に対しヘッド番号順に $(1/M)$ トラックピッチずつ前記位相サーボパターンの位相をずらして書き込むことにより、前記リードヘッドにより前記位相サーボパターンから読み出した位置情報がヘッド番号順に $(1/M)$ トラックピッチずつずれることを特徴とするサーボパターン書込方法。

【請求項18】請求項17記載のサーボ情報書込方法に於いて、Nシリンダを1単位として位相サーボパターンを記録する場合、前記 $(1/M)$ トラックピッチに対応する位相角 $\phi$ を

$$\phi = (360^\circ / N) \cdot (1/M)$$

として算出し、前記各媒体面の同一シリンダ位置で、ヘッド番号順に前記位相サーボパターンを前記位相角 $\phi$ ずつずらして書き込むことを特徴とするサーボ情報書込方法。

【請求項19】複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した複数のヘッドを任意のシリンダ位置に位置決めして記録再生すると共に、前記複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報を記録した記憶装置に於い

て、

前記複数媒体の各データ面は、前記媒体面に対応したヘッド数をM個とした場合、前記各媒体面の同一シリンダ位置に対しヘッド番号順に $(1/M)$ トラックピッチずつ前記位相サーボパターンの位相をずらして予め記録することにより、前記リードヘッドにより前記位相サーボパターンから読み出した位置情報がヘッド番号順に $(1/M)$ トラックピッチずつずれることを特徴とする記憶装置。

10 【請求項20】請求項19記載の記憶装置に於いて、前記複数媒体の各データ面は、Nシリンダを1単位として位相サーボパターンを記録する場合、前記 $(1/M)$ トラックピッチに対応する位相角 $\phi$ を

$$\phi = (360^\circ / N) \cdot (1/M)$$

として算出し、前記各媒体面の同一シリンダ位置で、ヘッド番号順に前記位相サーボパターンを前記位相角 $\phi$ ずつずらして予め記録したことを特徴とする記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】本発明は、位相サーボパターンを含むサーボ情報を複数媒体の各データ面のトラック方向に離散的に記録してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドで記録再生するためのサーボ情報書込方法及び記憶装置に関し、特に、各リードヘッドに物理的な位置ずれがあってもヘッド切替時の位置信号の補正を不要とするサーボ情報書込方法及び記憶装置に関する。

【0002】

30 【従来の技術】従来、磁気ディスク装置の製造過程では、ディスクエンクロージャの組立製造ができた段階で、サーボトラックライタ(STW)によって媒体の各データ面に、サーボパターンを書き込むサーボライタを行っている。

【0003】このサーボトラックライタを使用したサーボライタにあつては、レーザ位置決め装置等でヘッドをアウト側からインナ側に向けて順番に目的のシリンダ位置に移動して位置決めし、各シリンダ位置で各データ面に対応して設けている各ヘッドのライトヘッドを順番に切り替え、各データ面の同一シリンダ位置にサーボパターンを書き込んでいる。

【0004】このため各データ面に書き込んだサーボパターンの位置は、各ヘッドのライトヘッドの位置で決まる。

【0005】

50 【発明が解決しようとする課題】ところで、近年の大容量化と高記録密度化に対応するために、磁気ディスク装置に使用する記録再生ヘッドとして、インダクティブヘッドを用いたライトヘッドと例えばMRヘッドを用いたリードヘッドと一体化した複合ヘッドが使用されるようになり、ライトヘッドとリードヘッドは物理的に異なる

ため、相対位置がばらつく。

【0006】図24は、媒体の表側データ面に配置される下向きの1番ヘッド200と、同じ媒体の裏面に配置される上向きの2番ヘッド202におけるライトヘッドとリードヘッドの配置である。1番ヘッド200は、ライトヘッド204のトラックセンタ212に対し、リードヘッド208のトラックセンタ216が例えばインナ側に+D1ずれている。これに対し2番ヘッド202は、ライトヘッド206のトラックセンタ214に対し、リードヘッド210のトラックセンタ218が例えばアウト側に-D2ずれている。ここで1番ヘッド200は下向き、2番ヘッド202は上向きであるため、ずれ方向は逆になる。

【0007】図25は、図24のヘッド200、202により同一シリンダにサーボパターンを記録して読み出した場合のトラックセンタのずれを示す。まず1番ヘッド200は、ライトヘッド204によりトラックセンタ212の両側に位相をずらしてライトトラック幅のサーボパターンA、Bを交互に記録する。同様に2番ヘッド202も、ライトヘッド206によりトラックセンタ214の両側に位相をずらしてライトトラック幅のサーボパターンA、Bを交互に記録する。

【0008】このようなサーボパターンA、Bをトラックセンタ212、214に対し位置ずれ量-D1、+D2をもつリードヘッド208、210で読み取り、パターンA読取信号=パターンB読取信号となるトラックセンタを求める。この場合、ライトヘッド204はトラックセンタ220となり、ライトヘッド206はトラックセンタ222となり、各リードヘッドにより各ライトヘッドのトラックセンタが異なってしまう。

【0009】更に、このようなヘッドはロータリアクチュエータに搭載しており、各シリンダ位置でこのオフセット量が異なる。図26は、1番ヘッド200を例にとっており、回転中心224をもつロータリアクチュエータ226によりヘッド200を媒体面228に位置決めする場合、ヨー角 $\theta$ が零となるセンタ位置でオフセットは零であるが、最アウトと最高インナではヨー角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ に応じてオフセットが大きくなる。このオフセットは、アウトとインナでは方向が逆向きになる。

【0010】このため、データライト時に、図25のように、リードヘッド208、210によりサーボパターンA、Bの読出信号が等しくなる位置にヘッドを位置決めした場合、同じシリンダ位置でヘッドを切り替える毎にサーボパターンA、Bの読出信号が等しくなる条件が崩れ、ヘッド切替え毎に再度位置決めする必要がある。

【0011】このようなヘッド切替えに伴う再位置決めを解消する方法の1つは、各ヘッド毎にライトヘッドとリードヘッドのずれ量を予め測定しておき、位置ずれを起した位置信号にオフセットを加えて正しい位置信号とすることである。例えば1番ヘッドのオフセットはD1

であることから、サーボパターンA、Bの読取信号が等しくなるトラックセンタ220の位置信号にオフセットD1を加えることで、正しいトラックセンタ212の位置信号を得ることができる。

【0012】このような位置信号のオフセット補正により、ヘッドを切り替える毎にトラックセンタの位置信号の値は変わるが、物理的には移動しなくて済む。しかし、この場合、各ヘッド毎且つ各シリンダ位置毎にライトヘッドとリードヘッドのずれ量を磁気ディスク装置のメモリに記憶し、ヘッド毎及びシリンダ毎にメモリからずれ量を読み出して位置信号を補正しなくてはならず、例えばヘッド数が4個でデータ面当たり2000シリンダとした場合、8000個のずれ量をメモリに記憶する必要があり、装置のメモリ容量をが多くなる問題がある。

【0013】また別の解決方法としては、サーボトラックライタ(STW)によるサーボライト時に、サーボパターンA、Bをリードヘッドのセンタ位置にずらして書き、リードヘッドで読み出したトラックセンタが、各ヘッドで一致するようにすることである。

【0014】例えば図25の1番ヘッド200では、サーボパターンA、Bをリードヘッド208のずれ量D1だけライトヘッド204をインナ側にオフセットして書き込む。また2番ヘッド202では、サーボパターンA、Bをリードヘッド210のずれ量D2だけアウト側にライトヘッド206をオフセットして書き込む。

【0015】しかし、この方法では、各ヘッドのサーボパターンを書くたびに、ヘッドのオフセット動作が必要となり、サーボライトに多くの作業時間が必要となり、生産効率が低下する問題がある。

【0016】本発明は、このような問題点を鑑みてなされたもので、サーボ情報の位置情報として位相サーボパターンを使用し、各リードヘッドに物理的な位置ずれがあってもヘッド切替え時の位置信号の補正やサーボパターン書込時のオフセット動作を不要としたサーボ情報書込方法及び記憶装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】図1は、本発明の原理説明図である。まず本発明は、図1(A)のように、複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した磁気ディスク装置につき、複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報をトラック方向で離散的に書き込むサーボ情報書込方法を提供する。

(リードヘッドの位置ずれをなくす位相サーボ書込み)  
このサーボ情報書込方法は、図1(B)のように、  
①ヘッド毎及び媒体面のシリンダ位置毎に、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dを測定する測定過程；  
②測定ずれ量Dに基づいて、ヘッド毎及び媒体面のシリンダ位置毎に、各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量



をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込む位置情報書込過程；

とを備えたことを特徴とする。

【0018】このようなサーボ情報書込方法で記録された位相サーボパターンによれば、リードヘッド間に相対的な位置ずれがあっても、ヘッド切替えにより位相サーボパターンから検出されるヘッド位置信号の変化は無視できる程度に小さい。このため、ヘッド切替時の位置決めのための時間を少なくし、ヘッド切替時のアクセス停止時間を短くし、装置性能を向上できる。また位置信号の補正に使用するずれ量の記憶が必要ないので装置のメモリ容量を低減する。更に、サーボライト時のライトヘッドのオフセットシークが不要となり、サーボライトの作業効率を高めることができる。

【0019】ここで、位置情報書込過程は、測定位置ずれ量Dに基づいて、図1(C)のように、1番ヘッドのリードヘッド(特定リードヘッド)に対する他のリードヘッド、例えば2番ヘッドの相対的な位置ずれ量 $\alpha$ をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込む。具体的には、各ヘッドのシリンダ位置毎に、測定したライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量D1、D2から、特定のリードヘッドに対する他のリードヘッドの相対的な位置ずれ量 $\alpha$ ( $=D1+D2$ )を算出し、次に相対的な位置ずれ量 $\alpha$ を位相サーボパターンの位相角 $\phi$ に変換し、次に、特定リードヘッドの媒体面については、位相角 $\phi$ を零として各シリンダ位置毎に位相サーボパターンを書き込み、最終的に、特定リードヘッド以外のリードヘッドの媒体面については、位相角 $\phi$ だけずらして位相サーボパターンを書き込む。

【0020】また位置情報書込過程は、別の形態として、各リードヘッドのライトヘッドに対する絶対的な位置ずれ量、即ち測定位置ずれ量Dをなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込むようにしてもよい。具体的には、各ヘッドのシリンダ位置毎に、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dの測定値を位相サーボパターンの位相角 $\phi$ に変換し、次に各ヘッドのシリンダ位置毎に、位相角 $\phi$ だけずらして位相サーボパターンを書き込む。

【0021】ここで位置情報書込過程は、Nシリンダを1単位として位相サーボパターンを記録する場合、位置ずれ量( $\alpha$ 又はD)から位相相角 $\phi$ を

$$\phi = (360^\circ / N) \cdot (\text{位置ずれ量})$$

として算出する。例えば4シリンダ単位に位相サーボパターンを記録する場合、位置ずれ量( $\alpha$ , D)から位相角 $\phi$ を

$$\phi = 90^\circ \cdot (\text{位置ずれ量})$$

として計算する。

【0022】位置情報書込過程は、位相角 $\phi$ を遅延時間 $\tau d$ に変換してプログラマブル・ディレイラインに設定し、媒体面から読み出した書込基準クロックの位相を変

化させることで、位相サーボパターンの書込位相を調整する。

【0023】測定過程は、各媒体面のアウトからインナの複数箇所の測定シリンダでライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dを測定し、また位置情報書込過程は、非測定シリンダの位置ずれ量を測定シリンダの位置ずれ量から補間計算で求め、測定位置ずれ量及び補間位置ずれ量に基づいて各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して書き込む。

【0024】また測定過程は、各測定シリンダ毎に、ライトヘッドによりトラックセンタの両側に一对のバーストパターンを位相を交互にずらして書き込み、リードヘッドによる一对のバーストパターンの読取信号が等しくなる位置へのヘッド移動量に基づいてライトトラックに対するリードヘッドの位置ずれ量Dを測定する。

【0025】一方、本発明は、ヘッド切替時にライトヘッドのオフセット動作を必要としないため、リードヘッドの位置ずれ量が大きくなると、サーボ情報に含まれているバーストパターンを使用したシリンダ情報について、リードヘッドがトラック境界を超えて隣接シリンダのシリンダ情報にかかり、シリンダ情報に読取エラーを起す可能性がある。

【0026】そこで本発明のサーボ情報書込方法は、更に、位相サーボパターンと共に書き込むシリンダ情報を、各ヘッド毎及び各シリンダ位置毎のライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量に合せてオフセットして書き込むシリンダ情報書込過程を設ける。

【0027】このシリンダ情報書込過程は、位相サーボパターンをNシリンダを1単位とし、1シリンダにつき( $1/n$ )トラックピッチずつずらして記録する場合、リードトラックセンタの位置ずれ量を( $1/n$ )トラックピッチ単位のヘッド送り量に換算してオフセットシークする。これによって位相サーボパターンの書込時の送りピッチをそのまま使用してシリンダ情報のオフセット書き込みができる。

【0028】シリンダ情報書込過程は、オフセットシークなしで記録したシリンダ情報とオフセットシークして記録したシリンダ情報が隣接する場合、いずれか一方が1トラック幅より狭く、他方が1トラック幅より広いことになる。

【0029】また本発明は、各リードヘッドに物理的な位置ずれがあってもヘッド切替時の位置信号の補正を不要とした記憶装置を提供する。この記憶装置は、複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した複数のヘッドを任意のシリンダ位置に位置決めして記録再生すると共に、複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報をトラック方向で離散的に記録している。

【0030】このような記憶装置につき本発明は、複数

媒体の各データ面として、ヘッド毎及びシリンダ位置毎に、各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量をなくすように位相を調整した位相サーボパターンを予め記録したことを特徴する。

【0031】記憶装置に設けた複数媒体の各データ面は、特定のリードヘッドに対する他のリードヘッドの相対的な位置ずれ量をなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して記録する。具体的には、各ヘッドのシリンダ位置毎に、予め測定した特定のリードヘッドに対する他のリードヘッドの相対的な位置ずれ量Dを位相サーボパターンの位相角 $\phi$ に変換し、特定リードヘッドの媒体面については、位相角 $\phi$ を零として各シリンダ位置毎に位相サーボパターンを予め記録し、特定リードヘッド以外のリードヘッドの媒体面については、位相角 $\phi$ だけずらして位相サーボパターンを予め記録する。

【0032】また記憶装置に設けた複数媒体の各データ面の別の形態にあっては、各リードヘッドのライトヘッドに対する絶対的な位置ずれ量（測定位置ずれ量）Dをなくすように、位相サーボパターンの位相を調整して予め記録する。具体的には、各ヘッドのシリンダ位置毎に、予め測定した位置ずれ量Dから変換した位相サーボパターンの位相角 $\phi$ だけずらして位相サーボパターンを予め記録している。

【0033】記憶装置に設けた複数媒体の各データ面は、Nシリンダを1単位として位相サーボパターンを記録する場合、位置ずれ量（ $\alpha$ 又はD）から位相角 $\phi$ を
$$\phi = (360^\circ / N) \cdot (\text{位置ずれ量})$$
として算出する。

【0034】記憶装置に設けた複数媒体の各データ面は、更に、位相サーボパターンと共に書き込むシリンダ情報を、各ヘッド毎及び各シリンダ位置毎のライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量に合わせてトラックセンタからオフセットして予め記録している。

【0035】記憶装置に設けた複数媒体の各データ面は、位相サーボパターンをNシリンダを1単位とし、1シリンダにつき（1/n）トラックピッチ単位ずつずらして記録する場合、リードトラックセンタの位置ずれ量を（1/n）トラックピッチ単位のヘッド送り量に換算してオフセットシークした状態でシリンダ情報を予め記録している。

【0036】記憶装置に設けた複数媒体の各データ面は、オフセットシークなしで記録したシリンダ情報とオフセットシークして記録したシリンダ情報が隣接する場合、いずれか一方が1トラック幅より狭く、他方が1トラック幅より広がる。（位相調整によるヘッド切替時のトラックシーク）本発明の別の形態にあっては、位相サーボパターンの位相調整による位置信号の補正機能を利用し、連続する複数シリンダ間でヘッド順次切替えを行うシーケンシャルアクセス等に対するシーク動作を容易にしてアクセス性能を高めるようにしたサーボ情報書

込方法を提供する。

【0037】即ち、複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した記憶装置につき、複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報をトラック方向で離散的に記録するサーボ情報書込方法において、媒体面に対応したヘッド数をM個とした場合、各媒体面の同一シリンダ位置に対しヘッド番号順に（1/M）トラックピッチずつ位相サーボパターンの位相をずらして書き込むことにより、リードヘッドにより位相サーボパターンから読み出した位置情報がヘッド番号順に（1/M）トラックピッチずつずれることを特徴とする。

【0038】このため、i番シリンダの最終ヘッドから次の（i+1）番シリンダの先頭ヘッドに切り替える場合のシークは、上位コマンドを必要とする従来の1トラックシークではなく、記憶装置の内部処理で済む1/Mトラックピッチのオフセットシークで済み、アクセス性能を高めることができる。

【0039】ここで、Nシリンダを1単位として位相サーボパターンを記録する場合、（1/M）トラックピッチに対応する位相角 $\phi$ を

$$\phi = (360^\circ / N) \cdot (1/M)$$

として算出し、各媒体面の同一シリンダ位置で、ヘッド番号順に位相サーボパターンを位相角 $\phi$ ずらして書き込むことを特徴とする。

【0040】例えばヘッド数M=4個、4シリンダ単位に位相サーボパターンを記録する場合、ヘッド番号順に位相サーボパターンを位相角 $\phi=22.5^\circ$ ずつずらして書き込む。

【0041】位相サーボパターンの書込位相の調整は、位相角 $\phi$ を遅延時間 $\tau_d$ に変換してプログラマブル・ディレイラインに設定し、媒体面から読み出した書込基準クロックの位相を変化させる。

【0042】更に、本発明は、複数媒体の各データ面に対応してライトヘッドとリードヘッドを一体に備えたヘッドを配置した複数のヘッドを任意のシリンダ位置に位置決めして記録再生すると共に、複数媒体の各データ面に位相サーボパターンを含むサーボ情報をトラック方向で離散的に記録した記憶装置につき、複数媒体の各データ面は、媒体面に対応したヘッド数をM個とした場合、各媒体面の同一シリンダ位置に対しヘッド番号順に（1/M）トラックピッチずつ位相サーボパターンの位相をずらして予め記録することにより、リードヘッドにより位相サーボパターンから読み出した位置情報がヘッド番号順に（1/M）トラックピッチずつずれることを特徴とする。

【0043】この場合にも、複数媒体の各データ面は、Nシリンダを1単位として位相サーボパターンを記録する場合、（1/M）トラックピッチに対応する位相角 $\phi$ を

$$\phi = (360^\circ / N) \cdot (1/M)$$

として算出し、各媒体面の同一シリンダ位置で、ヘッド番号順に位相サーボパターンを位相角 $\phi$ ずらして予め記録する。

#### 【0044】

##### 【発明の実施の形態】<目次>

1. 位相サーボパターン
2. 位相調整による位相サーボパターンの書込み
3. ヘッド切替えでオフセットシークする位相サーボパターンの書込み

#### 1. 位相サーボパターン

図2は、本発明によるサーボ情報書込方法により位相サーボパターンが書き込まれたハードディスクドライブのブロック図である。

【0045】図2において、ハードディスクドライブは、ディスクエンクロージャ10とコントロールボード12で構成される。ディスクエンクロージャ10には、ヘッドIC22に対し例えば4つの複合ヘッド20-1~20-4を設けている。複合ヘッド20-1~20-4のそれぞれには、インダクティブヘッドを用いたライトヘッド24-1~24-4と、MRヘッドを用いたリードヘッド26-1~26-4が設けられている。更にディスクエンクロージャ10にはスピンドルモータ15とボイスコイルモータ(VCM)16が設けられている。

【0046】図3は、図2のディスクエンクロージャの内部構造である。ディスクエンクロージャ10は、スピンドルモータ15により回転される磁気ディスク12を複数枚重ねて配置しており、磁気ディスク12に対してはロータリアクチュエータ14が設けられている。ロータリアクチュエータ14は外側にVCM16を設けると共に、先端側にヘッドアセンブリ18をオフセットして配置している。

【0047】ヘッドアセンブリ18の先端には複合ヘッド20が装着されている。またディスクエンクロージャ10の底部にはFPC上にヘッドIC22が実装され、ヘッドIC22とロータリアクチュエータ14との間はFPCバンド部24で連結されている。

【0048】ここで図2のように、ディスクエンクロージャ10には4つの複合ヘッド20-1~20-4が設けられており、これに対応してスピンドルモータ15に対しては2枚の磁気ディスク12が重ねて配置されており、2枚の磁気ディスク12の表裏のデータ面によって4つのデータ面が存在し、これに対応して4つの複合ヘッド20-1~20-4が設けられている。もちろん、磁気ディスク12の枚数及びこれに対応した複合ヘッドの数は必要に応じて適宜に定めることができる。

【0049】再び図2を参照するに、コントロールボード12側にはハードディスクドライブ全体の制御を行うマイクロコントロールユニット(MCU)28、ハード

ディスクコントローラ(HDC)130、リードチャネル回路32、位相サーボ復調回路36を備えた制御ロジック回路34、VCM24及びスピンドルモータ26をパワーアンプ40により駆動するDSPを用いたサーボコントローラ38、不揮発性メモリとして設けられたフラッシュP-ROM42、D-RAMを使用したバッファRAM44、更に上位装置として、ホストの間でデータ及び信号のやり取りを行うホストインタフェース46が設けられる。

10 【0050】図4は、図3のディスクエンクロージャ10に設けられた磁気ディスク12に対し製造組立段階でサーボトラックライト(STW)を用いて書き込まれるサーボトラックフォーマットの説明図である。

【0051】このサーボトラックフォーマットは、図4(A)の最上段のように、1トラックにつきインデックス48に続いて例えば60個のサーボフレーム50-1~50-60から構成されている。サーボフレーム50-1~50-60は、サーボフレーム50-1について代表して示すように、W/Rリカバリ領域52、サーボマーク領域54、ギャップ領域56、ポジション領域58、ギャップ領域60、グレイコード領域62及びギャップ領域64で構成されている。

【0052】各領域のサイズは磁気ディスクの回転数で決まる基本周期1Tを1単位として表わしている。またサーボ情報の書込クロックはT/4の分解能をもつ。この1T、T/4の時間は例えば次のようになる。

#### 【0053】

$$1T = 7.207ns = 1/138.75MHz$$

$$T/4 = 1.802ns = 1/555.00MHz$$

30 リカバリ領域52は、2進で「10」の2Tデータの繰返しで構成され、データ領域のライト動作からサーボリード動作への切替時に発生するトランジェントを吸収する役割を持つ。サーボマーク領域54は、連続した40個の2進「0」が書かれており、連続した9個の2進「0」即ち「000000000」を2回検出することでサーボマークを検出する。このサーボマークはポジション領域58の開始位置を確定する。

【0054】ギャップ領域56、60、64は、サーボマークの同期ずれ及び基準カウンタの遅れを補償し、更にこの領域にダミーパターンを書き込むことでポジション領域58の前後に4Tを超えるパターンが存在しないようにしている。

【0055】ポジション領域58は、下側に取り出して示すように、第1偶数フィールド(EVEN1)68、奇数フィールド(ODD)74、及び第2偶数フィールド(EVEN2)80の3領域からなる。

【0056】図5は、図4(A)のポジション領域60における第1偶数フィールド68、奇数フィールド74、及び第2偶数フィールド80の位相サーボパターンを取り出している。

【0057】この位相サーボパターンは0～3CYLで示す4シリンダを1単位として記録され、トラック方向に1周期8Tで2進「10001000」を基本とし、1シリンダ当たりヘッド移動方向に位相が90°ずれるように記録している。またこの実施形態にあつては、1シリンダは1/3シリンダ送りで位相サーボパターンを記録しており、このため1/3シリンダ当たりの位相は90°ずれるように記録される。

【0058】また第1偶数フィールド68及び第2偶数フィールド80は、図4(A)のように4×8T=32Tであり、これに対し奇数フィールド74は8×8T=64Tの2倍の記録長となっている。

【0059】ここで図5の位相パターンは実線と破線で表わしているが、これは図6のサーボパターンの磁気記録に対応している。図6(A)はライト信号であり、図6(B)のようにライト信号の立ち上がりで媒体の極性がN極、ライト信号の立ち下がりで媒体の極性がS極に磁化される長手方向の磁気記録が行われる。この媒体の磁化状態を読み出したリード信号は図6(C)のように、媒体のN極の磁化部分で正の読取波形が得られ、S極の部分で負の読取波形が得られる。

【0060】実際のサーボパターンではN極とS極の間隔はごく短いため、図6(C)のリード波形は連続したsin波形となる。このようなサーボパターンの磁気記録に対し、図6(D)は図6(B)の媒体の磁化状態を簡略的に表わしたもので、N極の磁化部分を実線で示し、S極の磁化部分を点線で示している。このようなサーボパターンの磁気記録の結果が図5の位相サーボパターンの各フィールドの記録状態として得られる。

【0061】図7は、図5の位相サーボパターンのリードヘッドによる読取信号から位置信号を再生する図2の制御ロジック回路34に設けられた位相サーボ復調回路36の復調動作のタイムチャートである。

【0062】図7(A)は、4シリンダを1単位とした位相サーボパターンであり、説明を簡単にするため、図5の位相サーボパターンを実線または破線の直線で表わしている。

【0063】図7(B)(C)(D)は、図7(A)の1番シリンダにリードヘッド26が位置し、トラックセンタに対しアウト側に-1/4トラックシーク、トラックセンタにオントラック、更にインナ側に+1/4トラックシークした場合のそれぞれにおける位相サーボパターンの読取信号に基づく積分波形96, 98, 100を表わしている。

【0064】この積分動作は、第1偶数フィールド68でマイナス方向に積分し、奇数フィールド74でプラス方向に積分し、最後の第2偶数フィールド80で同じくマイナス方向に積分する。図7(C)のオントラック状態での積分出力は、ゼロボルトに対し対称に行われ、最終的に得られる積分出力はゼロボルトである。これに

し図7(B)のアウト側に-1/4トラックシークした状態では、プラス側の極性を持つ積分出力V1となる。逆に図7(D)のインナ側に+1/4トラックシークした状態では、マイナス側に極性を持つ積分出力-V2が得られる。

【0065】図7(B)～(D)の積分出力は、図8の位相サーボパターンの読取信号から生成されたデューティパルスの積分動作(充放電動作)で得られる。

【0066】図8(A)は、第1偶数フィールド(EVEN1)68の一部を示しており、リードヘッド26が-1/4トラックシーク、オントラック、+1/4トラックシークした場合を考える。まず1番シリンダ番号については、図8(B)のように、基準位相を持つマスタクロックがリードヘッドの読出信号から得られたリードクロックに同期して作成されている。

【0067】図8(C)は、リードヘッド26を-1/4トラックシークした状態で得られるデューティパルスである。このデューティパルスはマスタクロックの立ち上がりでオンし、リードヘッド26によるサーボパターンのピーク検出または微分によるゼロクロス検出でオフとなる。この-1/4トラックシークでのデューティパルスは、マスタクロックの周期を100%とすると25%のオンデューティをもつ。

【0068】図8(D)は、リードヘッド26がトラックセンタにオントラックした時のデューティパルスであり、50%のオンデューティをもつ。更に図8(E)は、リードヘッド26が+1/4トラックシークした場合であり、この場合のデューティパルスは75%のオンデューティをもつ。

【0069】ここで図8の第1偶数フィールド68にあつては、例えば図8(C)のデューティパルスは25%のオンデューティとなっているが、図7のように次の奇数フィールド74にあつては、位相サーボパターンがトラック方向に対し逆位相となっているため、奇数フィールド74でデューティパルスは76%のオンデューティとなる。

【0070】このため、第1奇数フィールド68の25%のデューティパルスのマイナス方向の図7(B)の積分に対し、次の奇数フィールド74にあつては75%デューティパルスとなることでプラス方向の積分による傾きが大きく、次の第2偶数フィールド80で再び25%のデューティパルスによる積分で緩やかな傾きとなり、最終的にプラス方向の極性をもつ積分出力V1を得ることができる。

【0071】図8(D)のオントラック状態での50%のデューティパルスにあつては、図7の3つのフィールドで全て同じ50%のデューティとなり、その結果、最終的に得られる積分出力は0ボルトとなっている。

【0072】更に図8(F)の第1偶数フィールドで75%のデューティパルスは、図7における次の奇数フィ

ールド74では25%のデューティパルスとなり、このため偶数フィールド68ではプラス方向の傾きが小さく、最後の第2偶数フィールド80では再び75%のデューティパルスによる大きな傾きで最終的にマイナス方向に極性をもつ積分出力V2を得ている。

【0073】このような位相サーボパターンを用いたヘッドの位置信号の検出は、例えば同一出願人による特願平6-80066号の「ディスク装置」及び同出願の米国特許第5694265明細書及び図面（1997年12月2日発行）のものが使用できる。

【0074】また近年にあっては、図5のような3つの領域による位相サーボパターンの読取信号による積分動作を行わず、単一の位相サーボパターン、例えば第1偶数フィールド68のみの位相サーボパターンを記録し、この位相サーボパターンの周波数（周期）は予め定められていることから、位相サーボパターンの読取信号について離散フーリエ変換を行うことで、直接、位相差 $\phi$ を求め、これをヘッド位置信号に変換する方法も考えられている。

【0075】再び図4を参照するに、図4（B）は、ポジション領域58にギャップ領域60を介して続くグレーコード領域62の構成である。グレーコード領域62は、シリンダアドレス情報をコード化した領域であり、10T間隔でグレーコードビットが書き込まれる。このグレーコード領域は、グレーコードマーク84、シリンダアドレス情報86、ヘッドアドレス情報88、セクタアドレス情報90、奇数パリティビット92及びダミービット94で構成される。

【0076】先頭のグレーコードマーク84はグレーコード領域の開始点を表わす。シリンダアドレス情報86はシリンダアドレスをコード化しており、例えば10T間隔でグレーコードビットが書き込まれる。これに続くヘッドアドレス情報88、セクタアドレス情報90についても同様に、10T間隔のグレーコードビットで各アドレス情報が書かれている。奇数パリティビット92は、ヘッドアドレスとサーボセクタアドレスから作成された奇数パリティビットがグレーコード化されないで書き込まれている。

## 2. 位相調整による位相サーボパターンの書込み

図9は本発明のサーボ情報書込方法が実施されるサーボトラックライタの説明図であり、サーボ情報の書込対象となるディスクエンクロージャと共に表わしている。

【0077】図9において、ハードディスクドライブのディスクエンクロージャ10が組み立てられた製造段階で、サーボトラックライタ110による磁気ディスクに対するサーボトラックフォーマットの書込みが行われる。

【0078】サーボトラックライタ110は、コントローラ112、レーザ位置決め制御部114、モータ駆動部116、位置ずれ測定部118、サーボパターンライ

ト部120、ワークテーブル122及び補正テーブル124で構成される。

【0079】一方、サーボトラックフォーマットの書込対象となるディスクエンクロージャ10は、図3のディスクエンクロージャ内部構造に対応し、スピンドルモータ15の回転軸に、この実施形態にあっては2枚の磁気ディスク12-1、12-2を装着しており、この場合、データ面は4つとなることから、これに対応してロータリアクチュエータ14に4つの複合ヘッド20-1～20-4を設け、各データ面に配置している。

【0080】ロータリアクチュエータ14は、VCM16により駆動され、複合ヘッド20-1～20-4をデータ面の任意の位置に位置決めすることができる。サーボトラックライタ110によるサーボトラックフォーマット書込みの際のヘッド位置決めは、レーザ位置決め制御部114からのレーザ測距により、高精度でヘッド位置を外部的に計測してヘッド位置決めを行っている。

【0081】またデータ面に対するサーボトラックフォーマットの書込みには、ディスクエンクロージャ10のロータリアクチュエータ14の複合ヘッド20-1～20-4に設けているライトヘッドを使用して行う。更にサーボトラックフォーマットの書込みにあっては、最初にデータ面に基準クロックを書き込み、これをリードヘッドで再生しながら媒体回転に同期したサーボトラックフォーマットの書込みを行うことを基本とする。

【0082】またサーボトラックライタ110によるサーボトラックフォーマットの書込時にあっては、スピンドルモータ15の回転数を実際の装置の回転数に対し低めに設定して行ってもよい。例えばディスクエンクロージャ10の本来の回転数が10000rpmであれば、サーボトラックライタ110によるサーボトラックフォーマットの際にはモータ駆動部116により例えば7200rpmとしてサーボトラックフォーマットの書込みを行う。

【0083】サーボトラックライタ110による本発明のサーボ情報書込み処理は、まず複合ヘッド20-1～20-4及びデータ面のシリンダ位置ごとに、それぞれのライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dを測定する。この位置ずれ量の測定は位置ずれ量測定部118で行う。

【0084】位置ずれ量の測定の際には、サーボパターンライト部120に予め設けている位置ずれ測定用のバーストパターンをデータ面の測定トラックに書き込み、このバーストパターンを読み出して読取信号を位置ずれ測定部118に供給することで、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量を測定する。

【0085】ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dは、図23に示したように、ライトヘッドとリードヘッドの物理的なコアずれ、及び図25に示したロータリアクチュエータによるシリンダ位置に応じたヨー

角オフセットに起因している。そこで位置ずれ測定部 118 は、ディスク媒体のデータ面のアウトからインまでの複数箇所について離散的に測定トラックを定め、この測定トラックについて位置ずれ測定を行う。

【0086】位置ずれ測定部 118 による測定結果はワークテーブル 122 に格納された後、補正テーブル 128 に位相調整のための情報に変換されて格納される。また測定シリンダ以外のシリンダ位置については、測定シリンダの位置ずれ量から補間計算により求めた調整値を作成して補正テーブル 124 に格納する。このように位置ずれ測定部 118 による測定結果から位相サーボパターンの位相調整に必要な位相情報が得られたならば、サーボパターンライト部 120 により各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量を無くすように位相サーボパターンの位相を調整してサーボ情報を書き込む。

【0087】図 10 は、図 9 のサーボトラックライタ 110 に設けたサーボパターンライト部 120 のブロック図である。サーボパターンライト部 120 は、PLL 回路 128、プログラマブル・ディレイライン 130、レジスタ 132、位相サーボ用パターン発生器 134、位置ずれ測定用サーボパターン発生器 136 及びマルチプレクサ 138 で構成される。

【0088】PLL 回路 128 は、位置ずれ測定時及びサーボトラックフォーマットのパターン書込時に、媒体から読み出されたリードクロック信号 P1 によるクロック同期をとった基準クロック信号を発生する。プログラマブル・ディレイライン 130 は、レジスタ 132 に設定した調整位相角  $\phi_{ij}$  に応じた遅延時間  $t_d$  の時間シフトを PLL 128 からの基準クロックに対し行う。このためプログラマブル・ディレイライン 130 のクロックシフトにより、位相サーボ用パターン発生器 134 から発生する位相サーボパターンの位相が任意に調整できる。

【0089】位置ずれ測定用サーボパターン発生器 136 は、ライトヘッドに対するリードヘッドの物理的な位置ずれ量を測定するため単純なバーストパターンを発生する。マルチプレクサ 138 はコントローラ 112 からの切替信号により、位置ずれ測定時には位置ずれ測定用サーボパターン発生器 136 の出力を選択し、サーボパターン書込時には位相サーボ用パターン発生器 134 からの出力を選択し、それぞれサーボライト信号 E4 として図 9 のディスクエンクロージャ 10 側のヘッド IC 22 を介して、対応するライトヘッドにサーボライト信号 E4 を供給する。

【0090】ここで図 11 を参照して本発明による各リード・ヘッド間での相対的な位置ずれ量をなくすように位相サーボパターンを書き込むための原理を説明する。図 11 (A) (B) は、図 9 のディスクエンクロージャ 10 に設けている 1 番ヘッド 20-1 と 2 番ヘッド 20-2 について、それぞれのライトヘッド 24-1、24

-2 及びリードヘッド 26-1、26-2 と、本発明により書き込まれた位相サーボパターンを表わしている。

【0091】まず図 11 (A) の 1 番ヘッド 20-1 は、ライトヘッド 24-1 のトラックセンタ 140-1 に対しリードヘッド 26-1 のトラックセンタ 142-1 が例えばインナ側に +D1 ずれていたとする。これに対し図 11 (B) の 2 番ヘッド 20-2 は、ライトヘッド 24-2 のトラックセンタ 140-2 に対しリードヘッド 26-2 のトラックセンタ 142-2 が逆にアウト側に -D2 だけずれていたとする。

【0092】ここで、1 番ヘッド 20-1 におけるリードヘッド 26-1 を基準ヘッドとして、2 番ヘッド 20-2 のリードヘッド 26-2 の相対的な位置ずれ量をなくすように位相サーボパターンの位相を調整する。基準となるリードヘッド 26-1 について、ライトヘッド 24-1 により書き込まれた位相サーボパターンは  $1/3$  シリンダ送り基準位相に対し、 $30^\circ$  ずつずれながら  $90^\circ$  範囲に亘って書き込まれている。ここで、リードヘッド 26-1 を基準とした場合のリードヘッド 26-2 の相対的な位置ずれ量を  $\alpha 2$  とすると、

$$\alpha 2 = -D2 - D1$$

となる。

【0093】この相対的な位置ずれ量  $\alpha 2$  を位相サーボパターンの位相角  $\phi 2$  に変換し、この位相角  $\phi 2$  分だけ 1 番ヘッド 20-1 のサーボパターンに対し、2 番ヘッド 20-2 のサーボパターンを位相 6 遅れの方向に位相シフトして位相サーボパターン 144-2 を書き込む。

【0094】例えばリードヘッド 26-1 に対するリードヘッド 26-2 の相対位置ずれ量  $\alpha 2$  が  $1/3$  トラックピッチであったとすると、調整用の位相角  $\phi 2 = 30^\circ$  となる。そこで、1 番ヘッド 20-1 の位相サーボパターン 144-1 に対し 2 番ヘッド 20-2 の位相サーボパターン 144-2 を図示のように  $30^\circ$  遅れる方向に位相シフトして書き込む。

【0095】これによって、位相調整した位相サーボパターン 144-2 をリードヘッド 26-2 で読み取ったときの位置情報は、基準となる位相サーボパターン 144-1 をリードヘッド 26-1 で読み取ったときの位置信号と同じになる。

【0096】図 12 は、図 11 におけるシリンダ方向の位置に対する位相サーボパターンの位相角  $\phi$  の特性を直線 146 で表わしている。この特性直線 146 は、基準となるリードヘッド 26-1 の位相サーボパターンの特性である。この特性に対し、2 番ヘッド 20-2 のリードヘッド 26-2 は、相対的にアウト側に  $\alpha 2$  ずれている。したがって、この相対位置ずれ量  $\alpha 2$  に対応する位相調整用の位相角  $\phi 2$  は、特性直線 146 から求めることができる。

【0097】ここで、特性直線 146 は、位相サーボパターンが  $N=4$  シリンダ単位であり、シリンダ位置を C

L、位相角を $\phi$ とすると、

$$CL = (4/360^\circ) \phi$$

となる。このシリンダ位置CLの代わりに相対位置ずれ量 $\alpha$ を使用すると、

$$\alpha = (4/360^\circ) \phi$$

となる。したがって、相対位置ずれ量 $\alpha$ から調整用の位相角 $\phi$ を求めるためには

$$\phi = 90^\circ \times \alpha$$

とすればよい。例えば図11にあっては、2番ヘッド20-2に設けているリードヘッド26-2の1番ヘッド20-1のリードヘッド26-1に対する相対的な位置ずれ量 $\alpha_2$ は、例えば $\alpha_2 = 30^\circ$ であることから、調整用位相角 $\phi_2 = 30^\circ$ を得ることができる。

【0098】図13は、図9のサーボトラックライタ110によるサーボトラックフォーマット書込処理の手順を示したフローチャートである。図13において、まずステップS1で、書込対象とする磁気ディスクのデータ面に基準クロックパターンを書き込んで再生する。

【0099】基準クロックパターンの書込みは、図9のディスクエンクロージャ10に設けているライトヘッドを使用してよいが、基準クロックパターンの再生についてはサーボトラックライタ110側に設けている専用のリードヘッドを使用し、固定的に基準クロックが再生できるようにすることが望ましい。

【0100】次にステップS2で位置ずれ測定部118を動作し、予め定めた複数の測定シリンダに位置決めしながら、ヘッド切替えによりヘッドごとに位置ずれ測定用サーボパターンを書き込み、書込前に読み出して、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dを測定する。

【0101】このとき、図10のサーボパターンライト部120に対する切替信号E2によりマルチプレクサ138を位置ずれ測定用サーボパターン発生器136に切り替え、位置ずれ測定用のサーボライト信号E4を使用して、例えば図14のようなバーストパターンを測定シリンダに書き込む。

【0102】ここで再び図14を参照して、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ測定を説明する。図14(A)は、測定シリンダに対するライトヘッド24による位置ずれ測定用のサーボパターンA、Bの書き込みである。このときライトヘッド24に対しリードヘッド26がインナ側に位置ずれDを起こしていたとする。またライトヘッド24でサーボパターンA、Bを書き込んだときのトラックセンタの位置をPOS1とする。

【0103】続いて図14(B)のように、リードヘッド26によりサーボパターンA、Bを読み取る。図14(B)はリードヘッド26でサーボパターンA、Bを読み取り、両者の読取信号が等しくなるリードヘッド26の位置を示しており、このときのリードヘッド26の位置をPOS2とする。

【0104】このサーボパターンA、Bの読取信号が等しくなる位置は、図14(B)の右側に示すように、リードヘッド26をトラックを横切る方向に移動したときに得られるサーボパターンAの読取信号VAとサーボパターンBの読取信号VBとの差(VA-VB)が零となる位置である。

【0105】このようにしてリード時にリードヘッド26によるサーボパターンA、Bの読取信号が等しくなるトラックセンタ位置POS2が検出できたならば、ライトヘッド24に対するリードヘッド26の位置ずれ量Dは

$$D = \text{POS2} - \text{POS1}$$

として求めることができる。

【0106】これによって、例えば図11(A)の1番ヘッド20-1のように、ライトヘッド24-1に対するリードヘッド26-1の位置ずれ量D1を検出することができる。このようにして測定されたライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dは、図15のようにワークテーブル122に格納される。

【0107】図15のワークテーブル122は、ヘッド番号HH、測定シリンダ番号SCをアドレスとして位置ずれ量Dを格納している。この実施形態にあっては複合ヘッドは4つであることから、ヘッド番号HHとして1~4を設定する。また測定シリンダ番号SCとしては、SC1~SCnのnシリンダを定めている。例えば、データ面当たりのシリンダ数が2000シリンダであった場合には、アウト側の0番からインナ側の2000番に対し250シリンダ間隔で18個の測定シリンダを設定すればよい。

【0108】再び図13を参照するに、ステップS2で全ヘッドの全シリンダ位置についてライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dが測定できたならば、次のステップS3で特定のリードヘッドを基準とした他のリードヘッドとの間の相対位置ずれ量 $\alpha$ と、相対位置ずれ量 $\alpha$ に基づく調整位相角 $\phi$ の算出を行う。

【0109】例えば図15のワークテーブル122におけるヘッド番号HH=1の1番ヘッドを基準とした場合、相対位置ずれ量は

$$\alpha_{ij} = D_{ij}$$

但し、iはヘッド番号、jはシリンダ番号から求める。この場合、ヘッド番号HHにおける相対位置ずれ量 $\alpha_{11} \sim \alpha_{1n}$ は基準となることから、全て零である。

【0110】このようにして相対位置ずれ量 $\alpha$ が求められたならば、続いて図12の特性直線146に従って調整位相角 $\phi$ を

$$\phi = 90^\circ \times \alpha$$

として算出する。この場合、ヘッド番号HH=1番は基準ヘッドであることから、位相角 $\phi_{11} \sim \phi_{1n}$ は全て $0^\circ$ である。

【0111】再び図13を参照するに、次にステップS

4でシリンダ情報オフセット量 $\beta$ を算出する。このシリンダ情報オフセット量 $\beta$ は、本発明のサーボ情報書き込みにあつては、リードヘッド間の位置ずれを実質的になくすように位相サーボパターンの書き込み位相を調整しており、このため単なるバーストパターン他を使用したシリンダ情報、即ち図4のサーボフレームにおける第1偶数フィールド68、奇数フィールド74、及び第2偶数フィールド80の位相サーボパターン以外のパターンについては、ライトヘッドとリードヘッドの位置ずれの影響を直接受ける。

【0112】このため、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量が大きくなると、隣接トラックのシリンダ情報のバーストパターンにリードヘッドが掛かり、シリンダ情報の読取エラーを起こす恐れがある。

【0113】そこで本発明にあつては、ステップS2で測定したライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dに基づいて、ステップS4でシリンダ情報オフセット量 $\beta$ を算出し、サーボトラックフォーマットにおけるシリンダ情報の書込タイミングでライトヘッドをシリンダ情報オフセット量 $\beta$ 分だけオフセットして書き込む。

【0114】この場合、シリンダ情報のオフセット量 $\beta$ は、測定した位置ずれ量Dをそのまま使用せず、位相サーボパターンを書込む際のトラックに直向する方向の送り量を1単位として変換した値を使用する。

【0115】図16は、図13のステップS4におけるシリンダ情報オフセット量 $\beta$ の算出処理の詳細である。まずステップS1で、ヘッド番号と測定シリンダ番号により対応する位置ずれ量Dを図15のワークテーブル122から読み出し、ステップS2で、予め定められた位相サーボパターンの1シリンダ内での送り量、この実施形態にあつては $TP/3$ と比較する。

【0116】位置ずれ量Dが $TP/3$ 未満であれば、シリンダ情報オフセット量 $\beta$ は0とする。位置ずれ量Dが $TP/3$ 以上であれば、ステップS3で $2TP/3$ と比較し、小さければ、ステップS5でオフセット量 $\beta = TP/3$ とする。ステップS3で位置ずれ量Dが $2TP/3$ 以上であれば、ステップS6でオフセット量 $\beta = 2TP/3$ とする。

【0117】このようなステップS1～S6の処理を、ステップS7で全ヘッド及び全シリンダにつき終了するまで、ステップS8でヘッド番号及び測定シリンダ番号を更新しながら繰り返す。このシリンダ情報オフセット算出処理により、図15のワークテーブル122に示すようなシリンダ情報オフセット $\beta$ が得られる。

【0118】再び図13を参照するに、ステップS4でシリンダ情報オフセット量 $\beta$ の算出が終了したならば、ステップS5で図17の補正テーブル124に格納するヘッド番号HH及びシリンダ番号CCに対応した調整位相 $\phi$ およびシリンダ情報オフセット $\beta$ を、図15のワークテーブル122で得られた測定シリンダの各値の直線

補間計算により求め、全ヘッドの全シリンダ番号について求めた調整位相 $\phi$ 及びシリンダ情報オフセット $\beta$ を格納する。

【0119】以上の処理により位相サーボパターンを書き込むための準備が完了し、最終的にステップS6で、補正テーブルに基づき、オフセットしたシリンダ情報の書き込み及び位相調整した位相サーボパターンの書き込みによるサーボトラックフォーマットの書き込みを実行する。

10 【0120】図18は、図17の補正テーブル124のシリンダ情報オフセット $\beta$ に基づいて書き込んだシリンダ情報と位相サーボ位置情報の関係を表わしている。

【0121】図18(A)は、アウト側からイン側側のトラック番号 $i-2$ ,  $i-1$ ,  $i$ ,  $i+1$ ,  $i+2$ の5シリンダの書込状態であり、トラック番号 $i-2$ ,  $i-1$ ではシリンダ情報オフセット $\beta$ は0であり、トラック番号 $i$ 以降でシリンダ情報オフセット $\beta$ が $TP/3$ となっている。

20 【0122】このため、トラック番号 $i-1$ まではシリンダ情報148と位相サーボ位置情報150は同一トラック上に書き込まれているが、 $\beta = TP/3$ に変化するトラック $i$ にあつては、シリンダ情報148、152はトラック方向の幅が $4TP/3$ に拡大し、次のトラック番号 $i+1$ から元の幅に戻っている。

30 【0123】図18(B)は、同じくアウト側からイン側側にトラック番号 $j-2$ ,  $j-1$ ,  $j$ ,  $j+1$ ,  $j+2$ の5シリンダのサーボパターン書込状態であり、この場合にはトラック番号 $j$ でシリンダ情報オフセット $\beta$ が $-TP/3$ となっている。このため、トラック番号 $j$ のシリンダ情報148はトラック幅が $2TP/3$ に狭まり、次のトラック番号 $j+1$ から元の $TP$ に戻っている。

【0124】このようなシリンダ位置に応じたライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dに応じたバーストパターンとしてのシリンダ情報のオフセットにより、リードヘッドで隣接シリンダのシリンダ情報に掛かってシリンダ読出情報の読取エラーが起きることを確実に防止できる。

40 【0125】ここで、図17の補正テーブル124から読み出した調整用の位相角 $\phi$ を図16のレジスタ132にセットした場合のプログラマブル・ディレイライン130の遅延時間 $\tau d$ は、位相サーボパターンの1周期となる $360^\circ$ が $8T$ であることから、調整用の位相角 $\phi$ からプログラマブル・ディレイライン130に設定する遅延時間 $\tau d$ は次式で定まる。

$$\text{【0126】 } \tau d = (8T / 360^\circ) \phi$$

この実施形態にあつては、図17の補正テーブル124に調整用の位相角 $\phi$ を格納しているが、前記の式から算出した遅延時間 $\tau d$ を補正テーブル124に格納してもよい。



【0127】また図9のサーボトラックライタ110によってリードヘッド間の相対的な位置ずれ量をなくするための位相サーボパターンの書込時における位相調整としては、各複合ヘッドに設けているライトヘッドのトラックセンタにリードヘッドのトラックセンタが一致するように絶対的な位置ずれ補正の位相調整を行うようにしてもよい。

【0128】このためには、図15のワークテーブル122に得られた各ヘッドのライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量Dを直接、調整用の位相角 $\phi$ に変換すればよい。この位置ずれ量Dに直接対応した調整用位相角 $\phi$ による位相サーボパターンを書込みで、各ヘッドにおいてライト時のトラックセンタにリードヘッドを位置合せしたと等価な位置信号が得られ、結果として、ヘッド切替時のリードヘッド間の位置ずれを実質的になくすることができる。

### 3. ヘッド切替えでオフセットシークする位相サーボパターンの書込み

図19は、図3のディスクエンクロージャ10における磁気ディスク媒体に対するヘッドの配置状態を側面から表わしている。即ち、スピンドルモータ15の回転軸に重ね合わせて配置された2枚の磁気ディスク12-1、12-2の各データ面には、ロータリアクチュエータにより位置決めされる4つの複合ヘッド20-1~20-4が位置している。

【0129】複合ヘッド20-1~20-4は、コア幅の広いライトヘッド24-1~24-4に対し、コア幅の狭いリードヘッド26-1~26-4を一体に配置している。ここで、磁気ディスク12-1、12-2の各データ面には図4のサーボトラックフォーマットに従った位相サーボパターンが書き込まれている。また複合ヘッド20-1~20-4は、i番シリンダに位置決めされており、インナ側に隣接するi+1番シリンダがある。

【0130】ここで図2に示したハードディスクドライブは、ホストコンピュータから連続する論理ブロックのリードまたはライトを行うためのシーケンシャルアクセスを受ける場合がある。ホストからのシーケンシャルアクセスに対しては、例えばi番シリンダとi+1番シリンダの2シリンダに連続して書く場合には、通常は、次の手順で行う。

【0131】① i番シリンダにシークしてオントラックした状態で、ヘッド番号順にヘッド20-1~20-4を切り替えながら1シリンダ分のアクセスを行う。

【0132】②最後のヘッド20-4に切り替えて1シリンダ分のアクセスが終了したら、次のi+1番シリンダにヘッドを移動するための1トラックシークを実行する。

【0133】③1トラックシークの完了によりi+1番シリンダにオントラックした状態で、同じくヘッド番号

順にヘッド20-1~20-4を切り替えながら1シリンダ単位のアクセスを繰り返す。

【0134】このようなホストからのシーケンシャルアクセスに対するハードディスクドライブの動作にあつては、1シリンダ分のヘッド切替えによる書き込みが終了するごとに、次のシリンダにヘッドを移動するための1トラックシークを実行しなければならない。この1トラックシークはシーク命令発行部から1トラックシークコマンドを発行し、シーク命令実行部で1トラックシークコマンドを受領して1トラックシークを行うコマンド形態を持つ。このため、1トラックシークコマンドの実行には

① 1シークコマンドの発行

② 1シークコマンドの実行

③ 1シークコマンド正常終了通知

となるコマンドシーケンスが必要となり、その間、磁気ディスクに対するリードまたはライトが中断され、アクセス全体としての時間が長くなる。

【0135】そこで本発明にあつては、同一シリンダ位置の各ヘッドに対応したデータ面に書き込んでいる位相サーボパターンの位相を調整し、同一シリンダ位置でのヘッド切替えごとに位相サーボパターンから得られる位置信号をずらし、最終ヘッドに切り替えた後、次のシリンダへのヘッド移動が1トラックシークコマンドによらず、単なるオフセットシークで実現できるようにする。

【0136】このため、図19における例えばi番シリンダと次のi+1番シリンダの間の1トラックピッチを複合ヘッド20-1~20-4の数Mで分割した移動距離Dhとして

$$Dh = 1/M$$

を求める。

【0137】図19の場合には、ヘッド数MはM=4個であることから、 $Dh = 1/4$ トラックピッチとなる。そして、このヘッド切替え当たりの移動距離Dh =  $1/4$ トラックピッチを位相サーボパターンの調整用の位相角 $\phi$ に変換し、図9のようにサーボトラックライタ110で位相サーボパターンを書き込む際に、ヘッド切替えごとに移動距離Dhに対応した位相角 $\phi$ ずつ位相をずらして書き込むように位相調整する。

【0138】ここで、ヘッド切替えによりずらす移動距離Dhを位相サーボパターンの調整用の位相角 $\phi$ への変換は、次式による。

$$\phi = (360^\circ / N) Dh = (360^\circ / N) \cdot (1/M)$$

となる。具体的には、位相サーボパターンの1周期、即ち360°に対応したシリンダ数NはN=4シリンダ、ヘッド数MはM=4であることから、ヘッド切替時の調整用位相角 $\phi$ は $\phi = 22.5^\circ$ となる。

【0140】図20は、ヘッド切替えによる位置信号が1/4トラックピッチずつずれるように位相調整された

位相サーボパターンを書き込むための、図9のサーボトラックライト110に設けたサーボパターンライト部120のブロック図である。このサーボパターンライト部120は、プログラマブル・ディレイライン130の遅延時間 $\tau_d$ を設定するレジスタ132の前段に加算器154を新たに設けている。

【0141】加算器154は、図17の補正テーブル124からヘッド番号及びシリンダ番号に対応して読み出された調整用の位相角 $\phi_{ij}$ にヘッド切替えごとに1/4トラックピッチの位置ずれを得るための調整用位相角 $\phi_h$ を加算するようにしている。即ち1番ヘッドの際には、リードヘッド間の位置ずれをなくすための調整用位相角 $\phi_{ij}$ をそのままレジスタ132に設定し、2番ヘッド、3番ヘッド、4番ヘッドに切り替えるごとに、1/4トラックピッチの位置ずれを強制的に作り出すように加算している。即ち、加算器154の加算出力は次のようになる。

【0142】1番ヘッド： $\phi_{ij} = \phi_{ij}$

2番ヘッド： $\phi_{ij} = \phi_{ij} + \phi_h$

3番ヘッド： $\phi_{ij} = \phi_{ij} + 2\phi_h$

4番ヘッド： $\phi_{ij} = \phi_{ij} + 3\phi_h$

図21は、図20のサーボパターンライト部120により図19の*i*番シリンダと*i*+1番シリンダについて、位相調整された位相サーボパターンを書き込んだ状態である。尚、説明を簡単にするため、ライトヘッドに対するリードヘッドのずれ量は零としている。

【0143】図21(A)は、1番ヘッド20-1の位相サーボパターンであり、位相サーボパターンはトラック方向の1周期8Tを360°として繰り返して記録されている。またこの実施形態にあつては、ヘッド切替に伴うトラックに直交する方向の送り量は1/4トラックピッチであり、これに対応した位相角は $\phi = 22.5^\circ$ である。

【0144】この1番ヘッド20-1については、調整用位相角 $\phi_h$ は $\phi_h = 0$ であり、ディスク媒体のリードクロックから得られた基準クロックに基づいて位相サーボパターンを記録している。ここで、リードヘッド26-1がシリンダ番号*i*のトラックセンタに位置したときに読み出すのは2つの位相サーボパターン160であり、この位相サーボパターン160の読取りで得られた位置信号は*i*番シリンダのトラックセンタを表す。

【0145】図21(B)は、2番ヘッド20-2の位相サーボパターンである。この2番ヘッド20-2の位相サーボパターンは、リードヘッド26-2をインナ側にTP/4だけオフセットしたリードヘッド26-2'の位置のときの2つの位相サーボパターン162の読取信号が、トラックセンタを示す位置信号となるように、図21(A)の1番ヘッドの位相サーボパターンに対し調整用位相角 $\phi_h = 22.5^\circ$ だけ位相を進めた位相サーボパターンを書き込んでいる。

【0146】また図21(C)の3番ヘッド20-3については、1つ前のヘッドに対し調整用位相角 $\phi_h = 22.5^\circ$ ずつ進ませた位相サーボパターンを書き込んでいる。このため3番ヘッド20-3でリードヘッド26-3がインナ側に2/4トラックピッチだけオフセットしたリードヘッド26-3'の位置での2つの位相サーボパターン164の読取信号が、トラックセンタを示す位置信号となる。

【0147】更に図21(D)の4番ヘッド20-4については、1つ前のヘッドに対し調整用位相角 $\phi_h = 22.5^\circ$ ずつ進ませた位相サーボパターンを書き込んでいる。このため4番ヘッド20-3でリードヘッド26-4がインナ側に3/4トラックピッチだけオフセットしたリードヘッド26-4'の位置での2つの位相サーボパターン166の読取信号が、トラックセンタを示す位置信号となる。

【0148】図22は、図21のようにして書き込まれたヘッド切替えごとに1/4トラックピッチずつずれた位置信号が得られる位相サーボパターンを用いた場合のホストからのシーケンシャルアクセスに対するヘッド切替えの説明図である。

【0149】まず図22(A)は、目的とする*i*番シリンダにヘッドをシークした後にオントラック制御状態とし、この状態で1番ヘッド20-1をセレクトした場合である。このときの位置信号は1番ヘッド20-1のリードヘッド26-1により図21(A)のシリンダ番号*i*の位相サーボパターンが読み取られ、位置信号はシリンダ*i*のトラックセンタを表わしている。

【0150】0の状態データ面170の*i*番シリンダに対する例えばライトヘッド24-1による1シリンダ分のデータ書込みが終了すると、図22(B)のように2番ヘッド20-2のセレクト状態に切り替わる。この2番ヘッド20-2のリードヘッド26-2による図21(B)のサーボパターンの読取りによるヘッド位置は、インナ側にトラックセンタが1/4トラックピッチだけオフセットしている。

【0151】このため、2番ヘッド20-2は、オフセットシークによりインナ側に1/4トラックピッチのオフセットとしたトラックセンタに位置決めされテオントラックする。この場合のオフセットシークは、1トラックシークのようなコマンドの発行とコマンドの実行を必要とせず、シークコマンド実行部側、具体的には図2のサーボコントローラ38自身におけるオントラックサーボ系のオフセットシーク動作で、1/4トラックピッチだけインナ側にずれたトラックセンタにオントラックさせることができる。

【0152】このリードヘッド26-2による*i*番シリンダからインナ側に1/4トラックピッチだけオフセットしたトラックセンタに対するオントラック制御状態で、リードヘッド24-2によりデータ面172に1シ

10

20

30

40

50

リンダ分のデータを書き込む。

【0153】続いて図22(C)の3番ヘッド20-3への切替えが同様に行われ、更に図22(D)の4番ヘッド24-4への切替えも行われる。この4番ヘッド24-4への切替えで、 $i$ 番シリンダに対応したデータ面170、172、174及び176に対する4シリンダ分の書き込みが終了し、次に $i+1$ 番シリンダへの切替えとなる。

【0154】 $i+1$ 番シリンダ番号への切替えは、図22(E)のように、最終ヘッドとなる図22(D)の4番ヘッド24-4の切替状態からインナ側に1/4トラックピッチだけオフセットシークすることでオントラックできる。

【0155】このため、図21の位相サーボパターンによれば、シリンダ切替え及びヘッド切替えを伴うホストからのシーケンシャルアクセスに対するヘッド位置決め動作として、単純に1/4トラックピッチのオフセットシークの繰返しとなり、従来のシリンダ切替えで必要とした1トラックシークコマンドの発行と実行のコマンドシーケンスが不要となり、その結果、全体的なアクセス時間を十分に低減することができる。

【0156】図23は、図21の位相サーボパターンの書き込みと、この位相サーボパターンを用いたデータ書き込みの状態である。図23(A)の1番ヘッド20-1にあっては、位相サーボ180-1及びデータ182-1も同じトラックセンタで書き込まれている。次の図23(B)の2番ヘッド20-2にあっては、位相サーボ180-2のトラックセンタは1番ヘッド20-1と同じであるが、データ182-2についてはインナ側にTP/4だけオフセットして書き込まれている。

【0157】また図23(C)の3番ヘッド20-3の位相サーボ180-3は1番ヘッド20-1と同じトラックセンタ位置であるが、データ182-3についてはインナ側に2TP/4オフセットして書き込まれている。最後となる図23(A)の4番ヘッド20-4の位相サーボ180-4は1番ヘッド20-1と同じトラックセンタであるが、データ182-4については1番ヘッド20-1に対しインナ側に3TP/4オフセットして書き込まれている。

【0158】尚、図20のサーボパターンライト部120にあっては、加算器154で図17の補正テーブル124から得られたリードヘッド間の位置ずれをなくすための調整用位相角 $\phi_i$ とシリンダ切替えの際のヘッド切替えに伴ってオフセットシークするための調整用の位相角 $\phi_h$ との加算によりプログラブル・ディレイライン130の遅延時間 $\tau_d$ を制御して位相サーボパターンの書き込み位相を調整しているが、補正テーブル124によるリードヘッド間の位置ずれ補正の位相調整を行わず、ヘッド切替えに伴うオフセットシーク用の位相角 $\phi_h$ を4シリンダ単位に順次増加させながらレジスタ13

2に設定してプログラブル・ディレイライン130の遅延時間を制御し、図21に示したようなヘッド切替えに伴うオフセットシーク用のみの位相サーボパターンの書き込みとしてもよい。

【0159】また上記の実施形態は、位相サーボパターンの1周期360°を4シリンダに対応させた場合を例にとっているが、この位相サーボパターンの1周期360°に対応するシリンダ数 $N$ は必要に応じて適宜に定めることができる。

【0160】また、1シリンダ当たりのサーボパターンの送り量も1/3トラックピッチまたは1/4トラックピッチとした場合を例にとっているが、更に送りピッチを小さくして1/5、1/6トラックピッチというようににしてもよいし、逆に1/2、5、1/2トラックピッチというように送り量を大きくしてもよい。

【0161】更に本発明は上記の実施形態に限定されず、その目的及び利点を損わない範囲の適宜の変形を含む。勿論、本発明は上記の実施形態に示された数値による限定は受けない。

【0162】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、ヘッドごと及び媒体面のシリンダ位置ごとに、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量を測定し、各リードヘッド間の相対的な位置ずれ量を実質的なくすように位相サーボパターンの位相を調整して書き込むことで、リードヘッド間に相対的な位置ずれがあっても、ヘッド切替えにより位相サーボパターンから検出されるヘッド位置信号の変化は無視できる程度に小さく、この結果、ヘッド切替時の位置決め時間を少なくして、その間のアクセス停止時間が短縮され、結果として装置性能を向上できる。

【0163】また本発明は、リードヘッド間の位置ずれをなくすような位相サーボパターンの書き込みによりヘッド切替え時にヘッド位置のオフセット動作を必要としないため、ライトヘッドに対するリードヘッドの位置ずれ量が大きくなると、バーストパターンを使用したシリンダ情報について隣接トラック境界を超えて他のシリンダ情報にかかり、シリンダ情報に読取エラーを起こす可能性があるが、シリンダ情報については位置ずれ量に応じて書き込み位置をオフセットしていることでこの問題を解消し、シリンダ情報の読み取りにおける信頼性を向上できる。

【0164】更に本発明にあっては、ヘッド切替えとシリンダ切替えを伴うシーケンシャルアクセスに対し、ヘッド番号順にトラックピッチをヘッド数で割った移動量だけオフセットするように位相サーボパターンを調整して書き込むことで、ヘッド切替えによりトラックセンタを示す位置信号が次のシリンダのトラックセンタ側に所定ピッチずつオフセットシークされ、これによってヘッド切替えとシリンダ切替えが同じ移動量のオフセットシ

ークで実現でき、1トラックシークのような上位コマンドの実行によるリードまたはライトのアクセス停止時間が短縮でき、シーケンシャルアクセスにおけるアクセス性能を十分に向上することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図

【図2】本発明の位相サーボ情報が書き込まれるハードディスクドライブのブロック図

【図3】図2のディスクエンクロージャの内部構造の説明図

【図4】本発明で記録するサーボトラック・フォーマットの説明図

【図5】図4の位置フレームに記録した位相サーボパターンの説明図

【図6】図5におけるサーボパターンの磁気記録の説明図

【図7】位相サーボパターンからの位置信号の再生のために作成するデューティパルスのタイムチャート

【図8】位相サーボパターンの読取りによる位置信号の再生処理のタイムチャート

【図9】本発明のサーボ情報書込方法を実現するサーボトラックライタをディスクエンクロージャと共に示したブロック図

【図10】図9のライトパターン発生器のブロック図

【図11】リードヘッド間の位置ずれをなくすように位相調整された位相サーボパターンの説明図

【図12】4シリンダを1単位としたヘッド位置と位相サーボパターンの位相角との対応特性図

【図13】本発明によるサーボ情報書込方法の処理手順のフローチャート

【図14】図11のヘッド位置ずれ測定で使用するバーストサーボパターンの説明図

【図15】図11のヘッド位置ずれ測定により生成されたワークテーブルの説明図

【図16】図15のワークテーブルに格納するシリンダ情報オフセットの算出処理のフローチャート

【図17】図15のワークテーブルからの補間計算で作成された補正ワークテーブルの説明図

【図18】サーボ情報書込処理で行うシリンダ情報のオフセット書込みの説明図

【図19】ヘッド切替え及びシリンダ切替えを伴うアクセス動作の説明図

【図20】ヘッド切替えでオフセットシークする位相サーボパターンを書き込む図9のサーボパターンライト部の他の実施形態のブロック図

【図21】ヘッド切替えで位置信号がオフセットする各ヘッド毎に位相調整された位相サーボパターンの説明図

【図22】図21の位相サーボパターンを使用したヘッド切替えとオフセットシークの説明図

【図23】図22のヘッド切替えに伴うオフセットシーク

クで記録したデータと位相サーボの説明図

【図24】2つのヘッドにおけるライトヘッドとリードヘッドの位置ずれの説明図

【図25】図24の各ライトヘッドでトラックセンタの両側に交互に記録したサーボパターンA、Bをリードヘッドで読み取って得たトラックセンタに対するずれ量の説明図

【図26】シリンダ位置に応じて位置ずれ量に変化するヨー角オフセットの説明図

#### 10 【符号の説明】

10 : ディスクエンクロージャ

12 : コントロールボード

14 : ロータリアクチュエータ

15 : スピンドルモータ (SPM)

16 : ボイスコイルモータ (VCM)

20 : 複合ヘッド

22 : ヘッドIC

24-1~24-4 : ライトヘッド

26-1~26-4 : リードヘッド

20 28 : メインコントロールユニット (MCU)

30 : ハードディスクコントローラ (HDC)

32 : リードチャネル回路

34 : 制御ロジック回路

36 : 位相サーボ復調部

38 : サーボコントローラ

40 : パワーアンプ

42 : P-ROM

44 : バッファ

46 : ホストインタフェース

30 48 : インデックス

50-1~50-60 : サーボフレーム

52 : リード/ライト・リカバリ領域

54 : サーボマーク領域

56, 60, 64 : ギャップ領域

58 : ポジション領域

66, 70, 72, 76, 78, 82 : サーボガードゾーン

68 : 第1偶数フィールド (EVEN1)

74 : 奇数フィールド (ODD)

40 80 : 第2偶数フィールド (EVEN2)

84 : グレーマーク領域

86 : シリンダアドレス領域

88 : ヘッドアドレス領域

90 : セクタアドレス領域

92 : 奇数パリティ領域

94 : ダミー領域

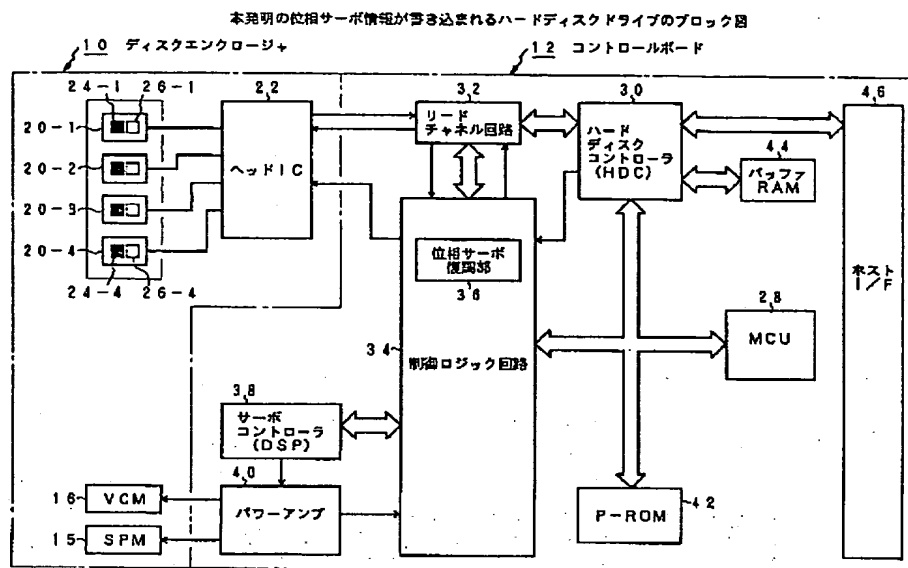
110 : サーボトラックライタ (STW)

112 : コントローラ

114 : レーザ位置決め制御部

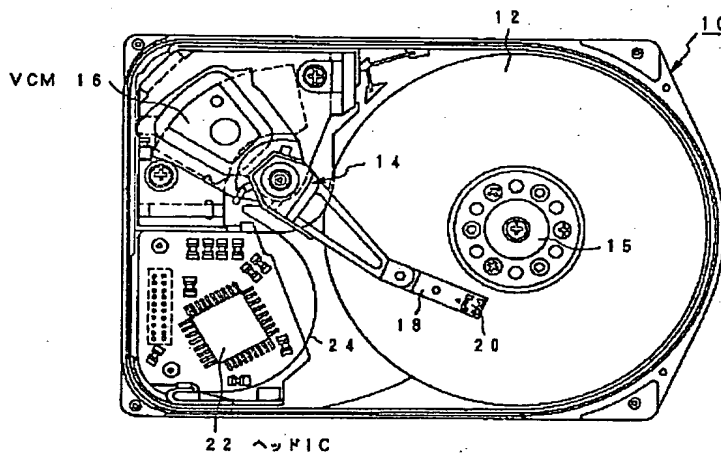
50 116 : モータ駆動部

【図2】



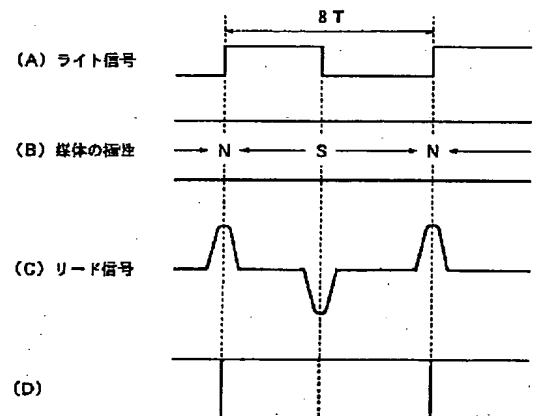
【図3】

図2のディスクエンクロージャの内部構造の説明図



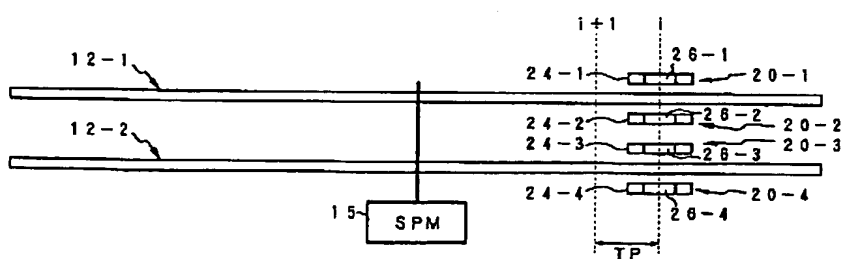
【図6】

図5におけるサーボパターンの磁気記録の説明図



【図19】

ヘッド切替え及びシリンダ切替えを伴うアクセス動作の説明図

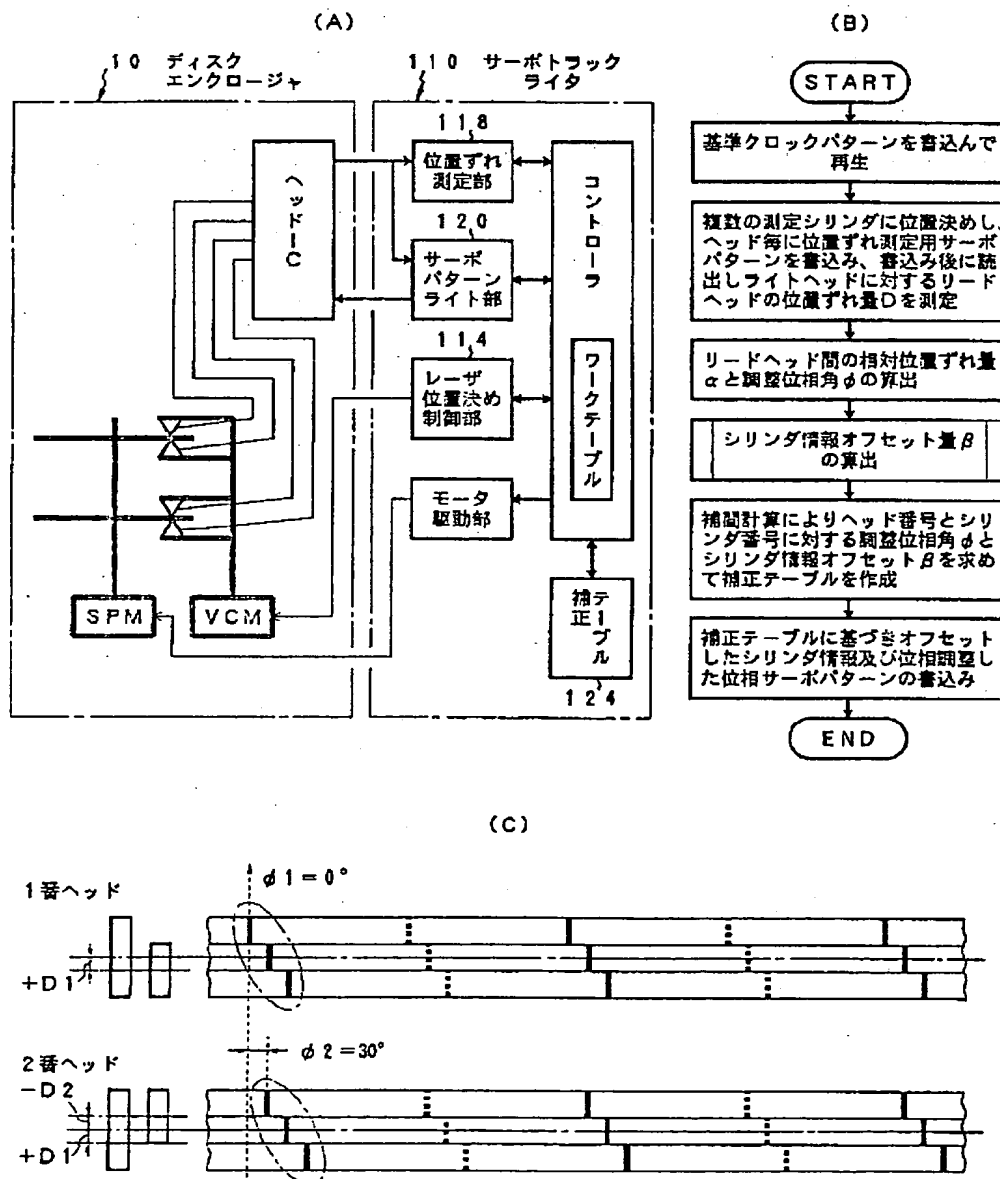


118: 位置ずれ測定部  
 120: サーボパターンライト部  
 122: ワークテーブル  
 124: 補正テーブル  
 128: PLL回路  
 130: プログラマブル・ディレイライン  
 132: レジスタ (調整位相角設定用)  
 134: 位相サーボ用パターン発生器  
 136: 位置ずれ測定用サーボパターン発生器

138: マルチプレクサ (MPX)  
 144-1, 144-2, 160, 162, 164, 166: 位相パターン  
 148, 152: シリンダ情報  
 150: 位相サーボ情報  
 154: 加算器  
 180-1~180-4: 位相サーボ領域  
 182-1~182-4: データ領域

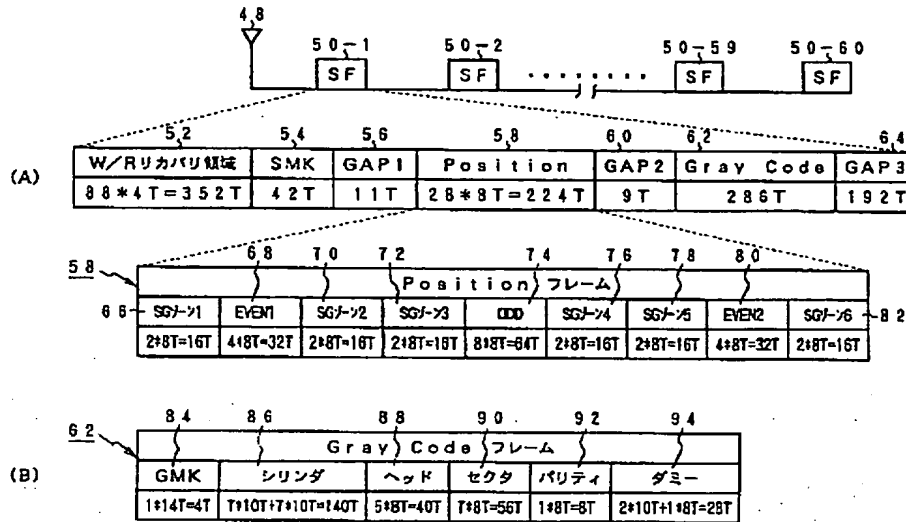
【図1】

## 本発明の原理説明図



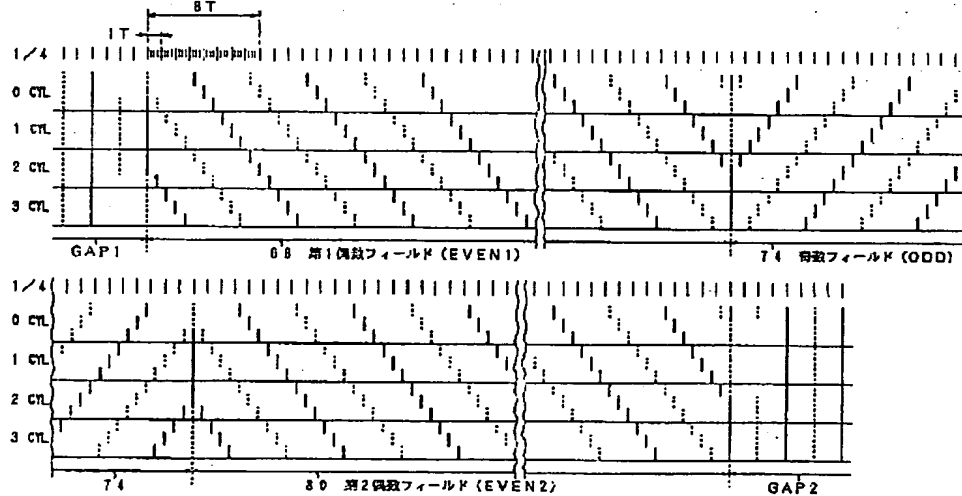
【図4】

本発明で記録するサーボトラック・フォーマットの説明図



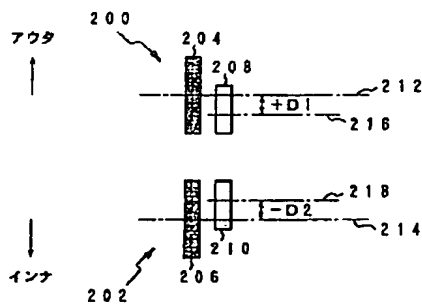
【図5】

図4の位置フレームに記録した位相サーボパターンの説明図

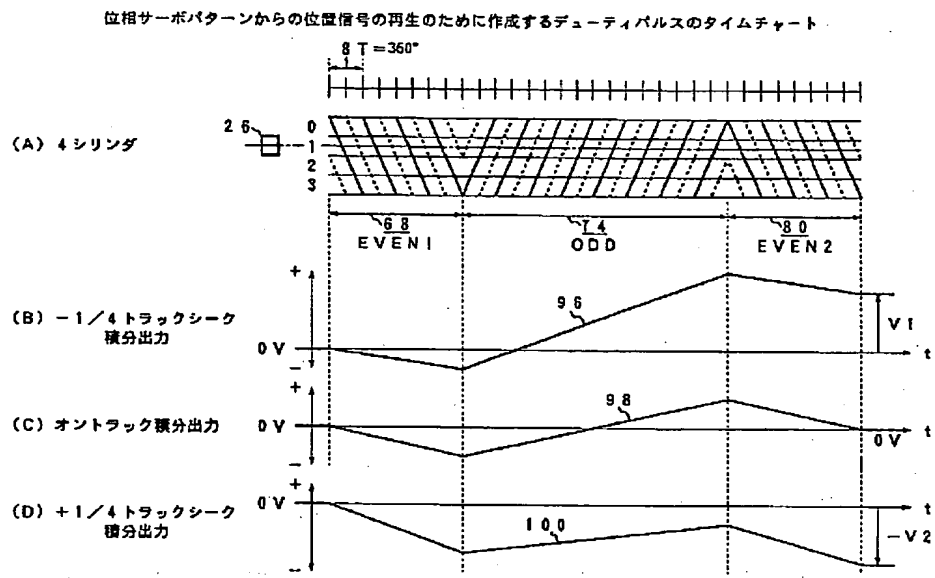


【図24】

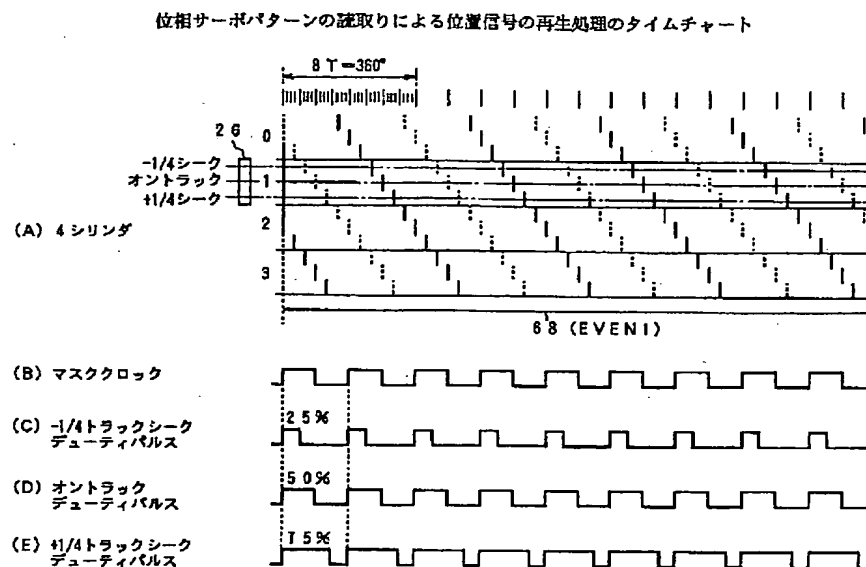
二つのヘッドにおけるライトヘッドとリードヘッドの位置ずれの説明図



【図7】



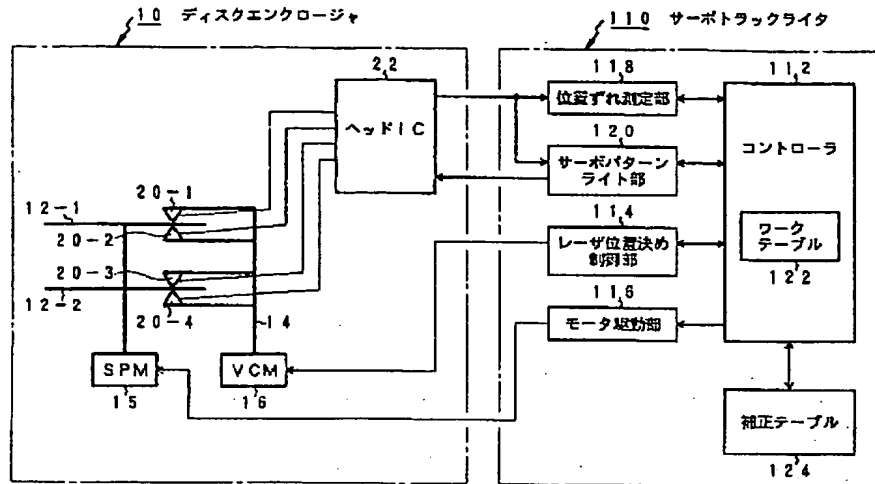
【図8】





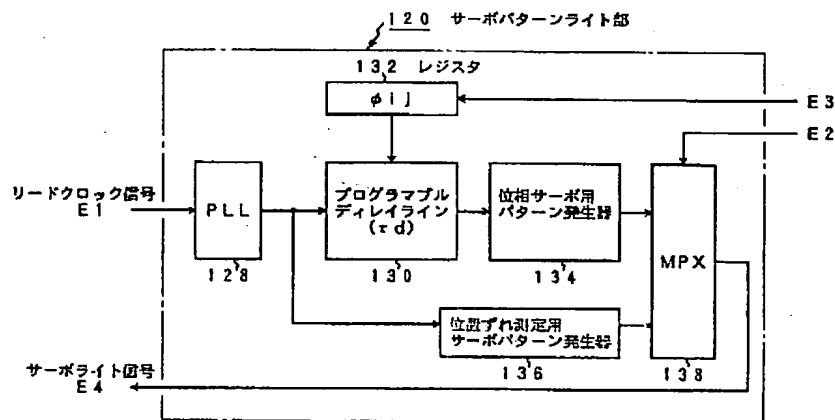
【図9】

本発明のサーボ情報検出方法を実現するサーボトラックライタをディスクエンクロージャと共に示したブロック図



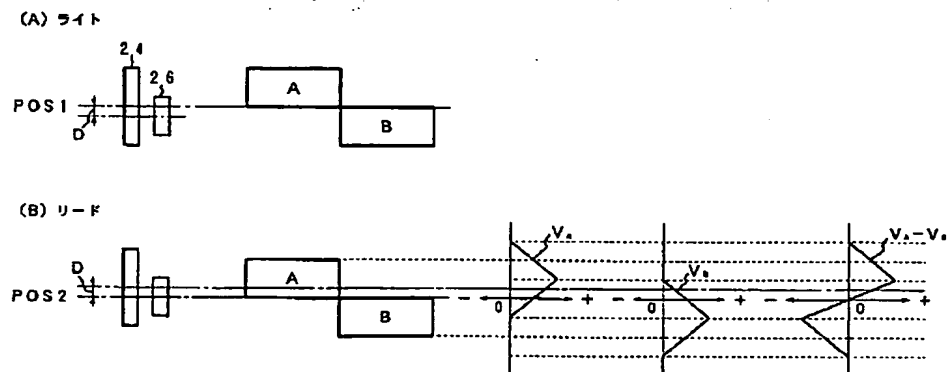
【図10】

図9のライトパターン発生器のブロック図



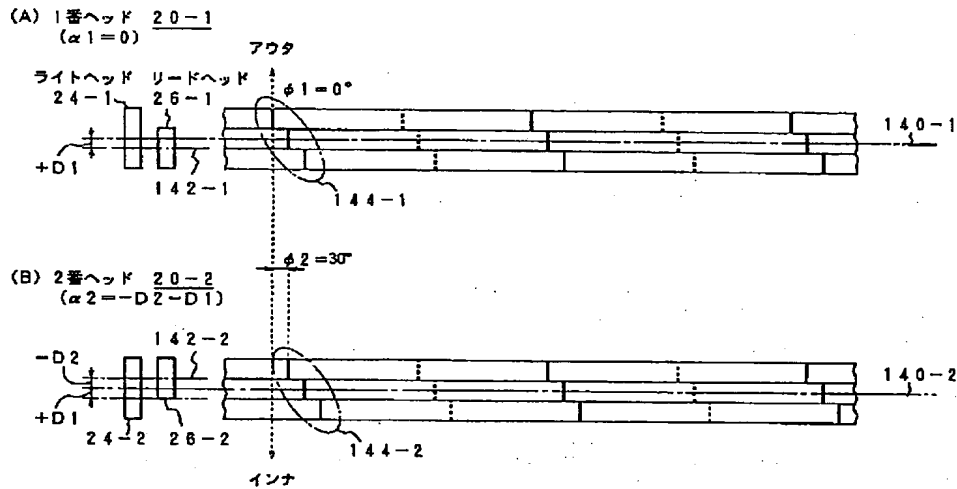
【図14】

図11のヘッド位置ずれ測定で使用するバーストサーボパターンの説明図



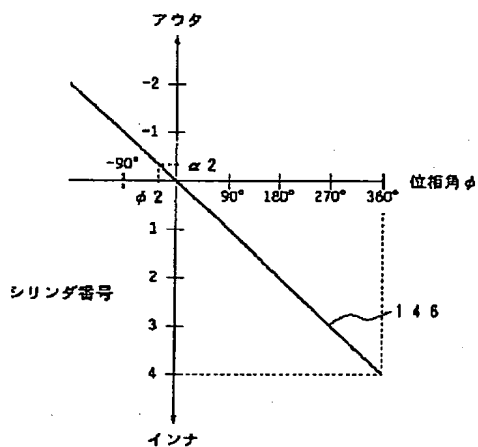
【図11】

リードヘッド間の位置ずれをなくすように位相調整された位相サーボパターンの説明図



【図12】

4シリンダを1単位としたヘッド位置と位相サーボパターンの位相角との対応特性図



【図15】

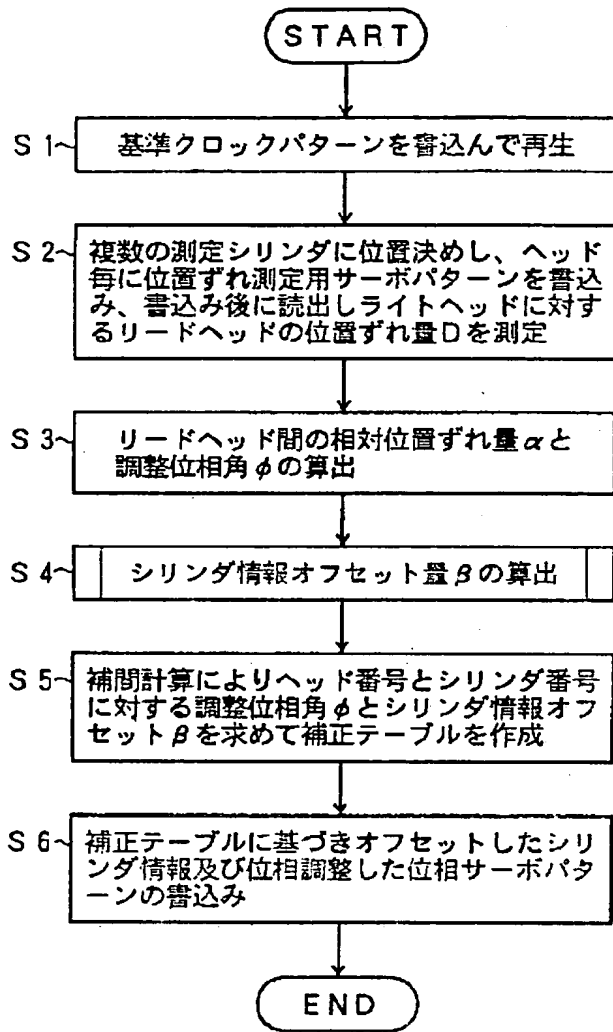
図11のヘッド位置ずれ測定により生成されたワークテーブルの説明図

122

ヘッド番号 HH	測定用シ号 SC	位置ずれ量 D	相対位置ずれ量 $\alpha$	調整位相 $\phi$	シリンダ情報 $\beta$
1	SC1	D11	$\alpha 11$	$\phi 11$	$\beta 11$
	SC2	D12	$\alpha 12$	$\phi 12$	$\beta 12$
	SC3	D13	$\alpha 13$	$\phi 13$	$\beta 13$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	SCn	D1n	$\alpha 1n$	$\phi 1n$	$\beta 1n$
2	SC1	D21	$\alpha 21$	$\phi 21$	$\beta 21$
	SC2	D22	$\alpha 22$	$\phi 22$	$\beta 22$
	SC3	D23	$\alpha 23$	$\phi 23$	$\beta 23$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	SCn	D2n	$\alpha 2n$	$\phi 2n$	$\beta 2n$
3	SC1	D31	$\alpha 31$	$\phi 31$	$\beta 31$
	SC2	D32	$\alpha 32$	$\phi 32$	$\beta 32$
	SC3	D33	$\alpha 33$	$\phi 33$	$\beta 33$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	SCn	D3n	$\alpha 3n$	$\phi 3n$	$\beta 3n$
4	SC1	D41	$\alpha 41$	$\phi 41$	$\beta 41$
	SC2	D42	$\alpha 42$	$\phi 42$	$\beta 42$
	SC3	D43	$\alpha 43$	$\phi 43$	$\beta 43$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	SCn	D4n	$\alpha 4n$	$\phi 4n$	$\beta 4n$

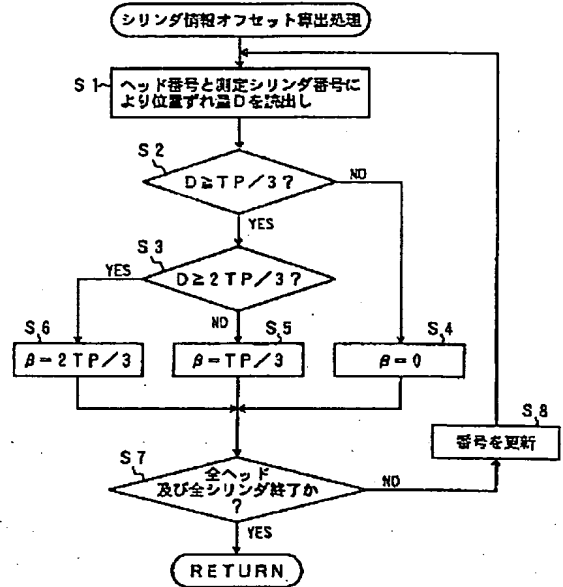
【図13】

本発明によるサーボ情報書込方法の処理手順のフローチャート



【図16】

図15のワークテーブルに格納するシリンダ情報オフセットの算出処理のフローチャート



【図 17】

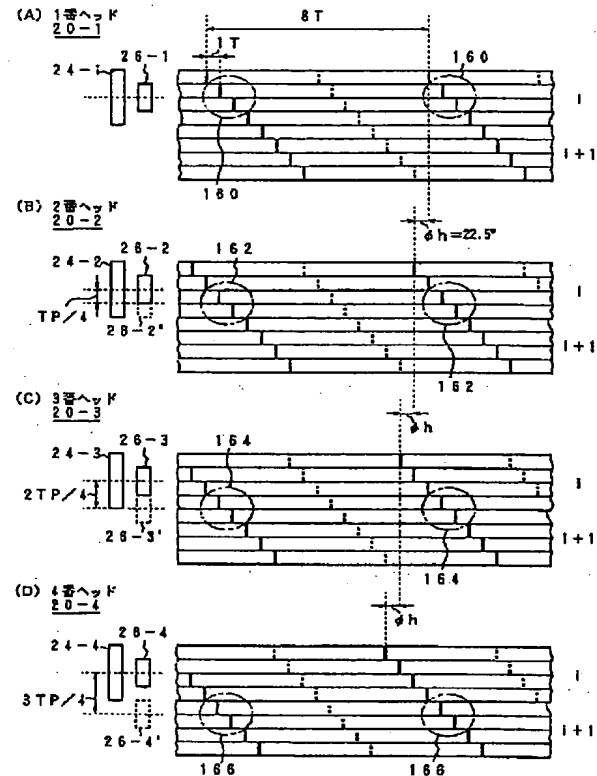
図 15 のワークテーブルからの補間計算で作成された補正ワークテーブルの説明図

124

ヘッド番号 HH	シリンダ番号 CC	調整位相 $\phi$	列挙情報ビット $\beta$
1	0001	$\phi 1.0001$	$\beta 1.0001$
	0002	$\phi 1.0002$	$\beta 1.0002$
	0003	$\phi 1.0003$	$\beta 1.0003$
	0004	$\phi 1.0004$	$\beta 1.0004$
	...	...	...
2	2000	$\phi 1.2000$	$\beta 1.2000$
	0001	$\phi 2.0001$	$\beta 2.0001$
	0002	$\phi 2.0002$	$\beta 2.0002$
	0003	$\phi 2.0003$	$\beta 2.0003$
	0004	$\phi 2.0004$	$\beta 2.0004$
3	2000	$\phi 2.2000$	$\beta 2.2000$
	0001	$\phi 3.0001$	$\beta 3.0001$
	0002	$\phi 3.0002$	$\beta 3.0002$
	0003	$\phi 3.0003$	$\beta 3.0003$
	0004	$\phi 3.0004$	$\beta 3.0004$
4	2000	$\phi 3.2000$	$\beta 3.2000$
	0001	$\phi 4.0001$	$\beta 4.0001$
	0002	$\phi 4.0002$	$\beta 4.0002$
	0003	$\phi 4.0003$	$\beta 4.0003$
	0004	$\phi 4.0004$	$\beta 4.0004$
5	2000	$\phi 4.2000$	$\beta 4.2000$

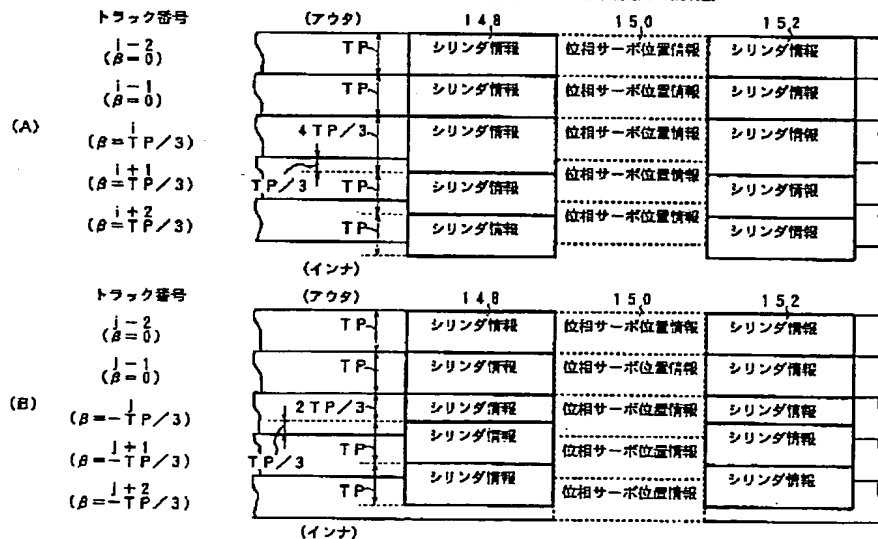
【図 21】

ヘッドの替えで位置信号がオフセットする各ヘッド毎に位相調整された位相サーボパターンの説明図



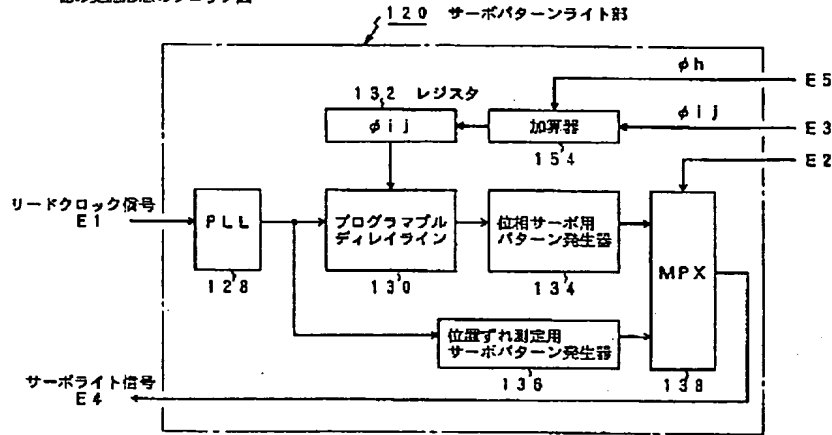
【図 18】

サーボ情報送込処理で行うシリンダ情報のオフセット量込みの説明図



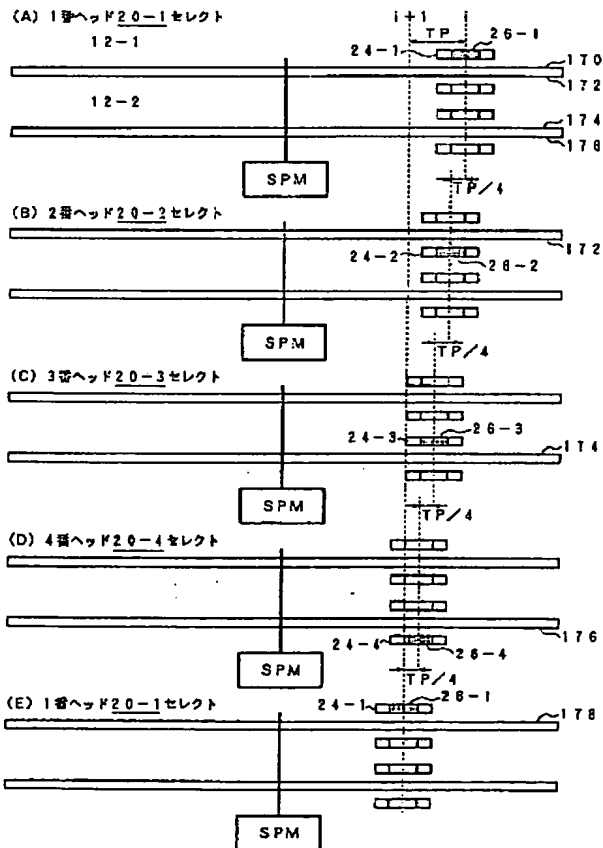
【図20】

ヘッド切替えでオフセットシークする位相サーボパターンを書き込む図9のサーボパターンライト部の他の実施形態のブロック図



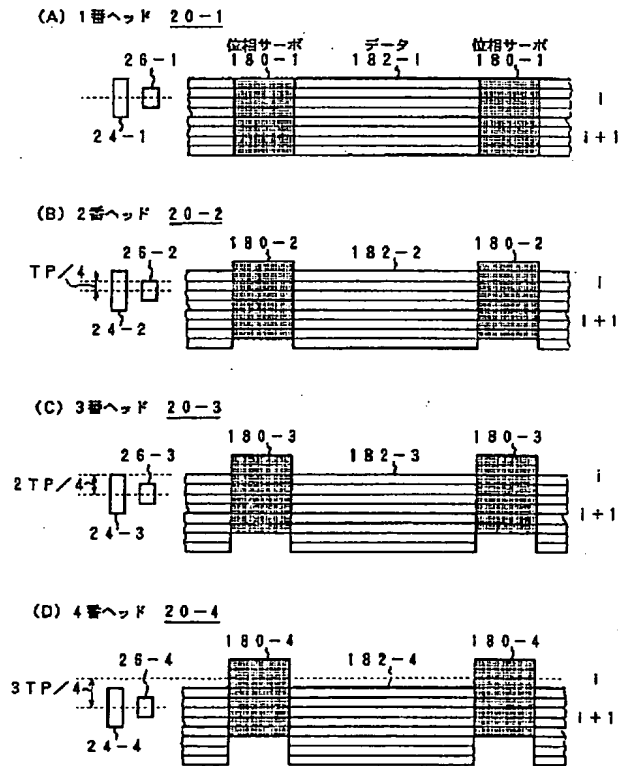
【図22】

図21の位相サーボパターンを用いたヘッド切替えとオフセットシークの説明図



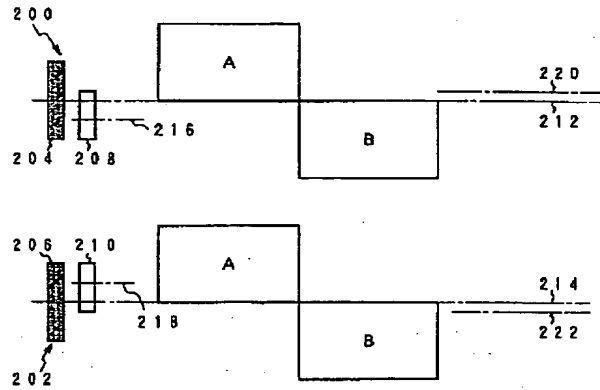
【図23】

図22のヘッド切替えに伴うオフセットシークで記録したデータと位相サーボの説明図



【図 25】

図 24 の各ライトヘッドでトラックセンタの両側に交互に記録したサブパターン A、B をリードヘッドで読み取って得たトラックセンタに対するずれ量の説明図



【図 26】

シリンダ位置に応じて位置ずれ量が変化するヨー角オフセットの説明図

